CRITÈRES GÉNÉRIQUES ET NIVEAUX OPÉRATIONNELS D'INTERVENTION POUR LA PLANIFICATION ET LES INTERVENTIONS EN CAS D'URGENCES NUCLÉAIRES

2018

Santé Canada Health Canada

Canada

Santé Canada a pour mandat d'aider les Canadiens à conserver et à améliorer leur santé. Il s'assure d'offrir des services de santé de grande qualité, et cherche à réduire les risques pour la santé.

Also available in English under the title:
Generic Criteria and Operational Intervention Levels for Nuclear Emergency Planning and Response

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Santé Canada
Indice de l'adresse 0900C2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Tél. : 613-957-2991
Sans frais : 1-866-225-0709
Téléc. : 613-941-5366
ATS : 1-800-465-7735
Courriel : hc.publications-publications.sc@canada.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2018

Date de publication : mai 2018

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure ou la source est indiquée en entier.

Cat. : H129-86/2018F-PDF
ISBN : 978-0-660-26430-1
Pub. : 180003

CRITÈRES GÉNÉRIQUES ET NIVEAUX OPÉRATIONNELS D'INTERVENTION POUR LA PLANIFICATION ET LES INTERVENTIONS EN CAS D'URGENCES NUCLÉAIRES

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

1.1 Portée 2

1.2 Terminologie liée à la dosimétrie 3

2 CONCEPTS IMPORTANTS POUR EXAMINER LE RISQUE RADIOLOGIQUE DANS LA PLANIFICATION ET LES INTERVENTIONS EN SITUATION D'URGENCE NUCLÉAIRE 4

2.1 Stratégie de protection 4

2.2 Niveau de référence 5

2.3 Critères génériques 5

2.4 NOI 6

2.5 Fonctions des actions protectrices 6

2.6 Communications publiques 7

3 SURVOL DES EFFETS POUR LA SANTÉ DE L'EXPOSITION AU RAYONNEMENT 8

4 PRINCIPES FONDAMENTAUX 9

4.1 Justification et optimisation 9

4.2 Prise en compte du groupe le plus sensible dans la population 9

4.3 Cohérence avec les pratiques internationales 9

5 CRITÈRES GÉNÉRIQUES 11

5.1 Notes sur l'application de critères génériques 12

5.1.1 Critères génériques pour le contrôle de l'exposition et le contrôle de l'ingestion 12

5.1.2 Critère générique de la surveillance de la population et de la gestion médicale 12

5.1.3 Critère générique des travailleurs d'urgence hors site 13

6 NIVEAUX OPÉRATIONNELS D'INTERVENTION RECOMMANDÉS (NOI) 14

6.1 Notes sur l'application de NOI 15

6.1.1 NOI pour le contrôle de l'exposition 15

6.1.2 NOI pour le contrôle de l'ingestion 15

6.1.3 NOI pour la surveillance de la population et la gestion médicale 17

6.1.4 Travailleurs d'urgence hors site 17

7 ANALYSE DES MESURES DE PROTECTION 18

7.1 Agent de blocage de la fonction thyroïdienne à l'aide d'iode stable 18

7.1.1 Mise en œuvre 18

7.1.2 Analyse des risques par rapport aux avantages 18

7.1.3 Posologies 19

7.1.4 Résultat 19

7.2 Mise à l'abri 19

7.2.1 Mise en œuvre 20

7.2.2 Analyse des risques par rapport aux avantages 20

7.2.3 Résultats 20

7.3 Évacuation ... 21
7.3.1 Mise en œuvre ... 21
7.3.2 Analyse des risques par rapport aux avantages ... 21
7.3.3 Résultat ... 21
7.4 Relogement temporaire ... 22
7.4.1 Mise en œuvre ... 22
7.4.2 Analyse des risques par rapport aux avantages ... 22
7.4.3 Résultat ... 22
7.5 Restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable, de lait et d'autres aliments et boissons potentiellement contaminés ... 22
7.5.1 Mise en œuvre ... 23
7.5.2 Analyse des risques par rapport aux avantages ... 23
7.5.3 Résultat ... 23
7.6 Décontamination personnelle ... 23
7.6.1 Mise en œuvre ... 24
7.6.2 Analyse des risques par rapport aux avantages ... 24
7.6.3 Résultat ... 24
7.7 Suivi médical ... 24
7.7.1 Mise en œuvre ... 25
7.7.2 Analyse des risques par rapport aux avantages ... 25
7.7.3 Résultat ... 25
7.8 Restriction des activités pour les travailleurs hors site ... 25
7.8.1 Mise en œuvre ... 25
7.8.2 Analyse des risques par rapport aux avantages ... 26
7.8.3 Résultat ... 26

ANNEXE A : Acronymes et abréviations ... 27

ANNEXE B : Glossaire ... 28

ANNEXE C : Survol de la gestion des urgences au Canada ... 31
C1. Rôles et responsabilités liés à la préparation et à l'intervention à une urgence nucléaire au Canada ... 31
C2. Rôles et responsabilités liés à la salubrité alimentaire au Canada ... 32

ANNEXE D : Recommandations d'autres organisations ... 33
D1. Critères génériques en comparaison avec l'AIEA ... 33
D2. NOI en comparaison avec l'AIEA ... 34
D3. Autres pays ... 35
D4. Résumé ... 35

ANNEXE E : Calculs du NOI pour les mesures environnementales ... 36
E1. Aperçu du calcul des NOI pour l'évacuation et le relogement temporaire ... 36
E2. NOI pour autres urgences ... 39

ANNEXE F : Calculs du NOI pour les mesures en laboratoire ... 41

ANNEXE G : Références ... 46

» REMARQUE À L'INTENTION DES LECTEURS

LES PREMIÈRES OCCURRENCES DANS LE TEXTE DE TERMES QUI SE TROUVENT DANS LE GLOSSAIRE SONT ÉCRITES EN CARACTÈRES GRAS. LES TITRES DE LOIS, DE PLANS ET DE DOCUMENTS À L'APPUI SONT ÉCRITS EN ITALIQUES. UNE LISTE DES ACRONYMES ET UN GLOSSAIRE DES TERMES UTILISÉS DANS CE DOCUMENT SE TROUVENT À L'ANNEXE A ET À L'ANNEXE B, RESPECTIVEMENT.

1 INTRODUCTION

Ce document a pour but premier de recommander des quantités dosimétriques et opérationnelles, en termes de **critères génériques** et **niveaux opérationnels d'intervention** (NOI), pour aider les autorités responsables des interventions d'urgence à élaborer leurs **stratégies de protection**.

Les critères génériques et les NOI sont des outils qui appuient la planification et la mise en œuvre. Les critères génériques sont exprimés à des niveaux de dose pendant une période précise qui, si elle est dépassée, signale que des actions protectrices et les interventions y afférentes, comme une notification, sont justifiées. Les NOI sont utilisés après le rejet pour provoquer la mise en œuvre d'actions protectrices axée sur la surveillance des résultats.

Les critères génériques et les NOI recommandés dans ce document respectent l'exigence de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) de concevoir des stratégies de protection pour les urgences nucléaires qui sont justifiées et optimisées en fonction des dangers cernés et des conséquences potentielles (Exigence 5, AIEA, 2015a).

L'exigence de stratégies de protection est également énoncée dans la norme *N1600-F16 – Exigences générales relatives aux programmes de gestion des urgences nucléaires* publiée par l'Association canadienne de normalisation (CSA 2016). Les critères génériques et les NOI appuient l'exigence liée aux actions protectrices dont le besoin que les organisations circonscrivent et appliquent des critères décisionnels au moment d'établir des **zones de planification des action protectrices urgentes** et d'autres mesures de planification.[1]

Ce document a été rédigé conformément aux responsabilités de Santé Canada aux termes du *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire* (PFUN, SC 2014a), qui définit les fonctions d'urgence nucléaire (FUN) expressément liées à la préparation et à l'intervention en cas d'**urgence nucléaire**. La responsabilité pour chaque FUN est attribuée à un ou plusieurs ministère(s) ou organisme(s) fédéraux à l'appui. Santé Canada est le principal responsable de la FUN 5.1 : Formuler des recommandations sur les actions protectrices à prendre dans les domaines relevant de la compétence fédérale ou à la demande de la province et de la FUN 6.1 : Fournir des avis, une assistance et de l'équipement pour la radioprotection des premiers intervenants, incluant la prestation de services de dosimétrie d'urgence. Santé Canada joue également un rôle de soutien pour la FUN 5.2 : Mettre en œuvre les actions protectrices relevant de la compétence fédérale et la FUN 5.3 : Contribuer à l'évaluation des impacts réels ou potentiels desactions protectrices .

Ce document vient remplacer deux documents précédents de Santé Canada : *Lignes directrices canadiennes sur les interventions en situation d'urgence nucléaire* (SC 2003) et *Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire* (SC 2000). Il a été mis à jour au moyen de l'ajout des recommandations internationales sur les urgences nucléaires, qui étaient actuelles au moment de la rédaction de ce document. Un aperçu de ces recommandations internationales se trouve à l'annexe D.

Ce document ne vise pas à remplacer les critères existants dans les plans provinciaux ou territoriaux, mais bien de servir de guide pour les révisions ou les modifications de ces plans. Les provinces et les territoires sont encouragés à adopter les critères génériques et les NOI présentés dans ce document en tant qu'atouts importants liés à la prise de décisions. La confiance du public peut être obtenue au moyen de l'adoption de critères nationaux uniformes.

---

[1] Notez que le terme «actions protectrices», tel qu'utilisé dans ce document, inclut les contrôles de l'ingestion. Voir aussi le tableau 1.

1.1 Portée

Ce document appuie les responsabilités de Santé Canada à l'endroit du PFUN et appuie par le fait même la planification afin de protéger le public contre les nombreux types de situations qui englobent des sources non contrôlées de radioactivité. Le PFUN contient cinq catégories d'urgence nucléaire, selon la portée des répercussions au Canada et l'échelle de l'intervention fédérale requise.

Voici ces cinq catégories : (SC 2014a):

- Catégorie A : Urgence au sein d'une installation nucléaire au Canada
- Catégorie B : Urgence au sein d'une centrale nucléaire aux États-Unis ou au Mexique
- Catégorie C : Urgence au sein d'un navire à propulsion nucléaire au Canada
- Catégorie D : Autres urgences nucléaires graves ou menaces possibles en Amérique du Nord nécessitant une intervention pluriministérielle ou intergouvernementale et
- Catégorie E : Urgence nucléaire survenant à l'extérieur de l'Amérique du Nord[1].

Les critères génériques recommandés dans ce document s'appliquent aux cinq catégories d'urgence nucléaire, tout comme les NOI 3_s-6. Cependant, les valeurs par défaut pour les NOI 1_s et 2_s ont été conçues expressément pour une urgence qui met en cause un rejet considérable de **matières radioactives** d'un réacteur nucléaire ou de son combustible usé (AIEA 2017). Il se peut que ces NOI ne soient pas indiqués pour des urgences qui mettent en cause d'autres sources de rayonnement et qu'ils doivent être recalculés avant d'être appliqués pour des urgences de catégorie D et certaines situations dans la catégorie E. En raison de la vaste gamme de situations possibles pour les urgences non liées au réacteur, ce document ne propose pas de méthode détaillée pour faire ces calculs, mais certains facteurs sont tout de même brièvement abordés à l'annexe E.

À noter que les valeurs dans ce document qui portent sur les contrôles alimentaires s'appliquent exclusivement à la consommation de produits intérieurs après des événements de contamination intérieure. La norme alimentaire internationale, le *Codex Alimentarius* (Codex 2010), devrait orienter les décisions sur l'importation et l'exportation d'aliments potentiellement contaminés.

Ce document ne traite pas exhaustivement de tous les aspects de la planification pendant la préparation dans une situation d'urgence nucléaire ni de la prise de décisions lors d'une intervention. Les critères génériques et les NOI fournis dans ce document ne sont qu'une partie de la stratégie de protection globale que les autorités devraient orchestrer pour atteindre les objectifs de l'intervention. Parmi les autres composantes figurent, sans s'y limiter (AIEA 2015a) :

- des déclencheurs de décisions axés sur d'autres indicateurs observables, comme les conditions de l'installation nucléaire (pour celles munies d'un réacteur);
- des plans et arrangements pour voir à ce que lesactions protectrices , si elles sont justifiées, puissent être mises en place et retirées de façon sécuritaire et efficace;
- des plans et arrangements pour atténuer les conséquences autres que radiologiques.

Des consignes plus complètes sur la planification d'urgences nucléaires se trouvent dans les références qui se trouvent à la fin de ce document. Le Bureau de la radioprotection de Santé Canada peut également offrir son aide. Communiquez avec nous à l'adresse : hc.rpb-brp.sc@canada.ca.

---

[1] Dans le cas d'événements qui se produisent à l'étranger, les critères dans ce document seront envisagés lors de la prestation de conseils aux Canadiens qui vivent dans les régions touchées à la lumière des actions protectrices entreprises par les autorités locales pertinentes et les recommandations de la collectivité internationale.

1.2 Terminologie liée à la dosimétrie

Pour pouvoir parler de radioprotection, les organisations internationales ont adopté une terminologie pour différents types de doses et quantités. Les termes ont été choisis par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) et la Commission internationale des unités et des mesures de radiation (CIUMR) pour diffuser de l'information précise requise pour interpréter les valeurs de doses dans un contexte donné. Un bref aperçu des termes utilisés dans ce document se trouve ci-dessous; des définitions plus complètes sont fournies dans le glossaire (Annexe B).

Les quantités de protection font le lien entre l'exposition au rayonnement et le risque de conséquences pour la santé humaine. Les quantités de protection suivantes sont utilisées dans ce document :

- **Dose équivalente**, où l'exposition et le risque se rapportent à un organe ou à un tissu en particulier.
- **Dose efficace**, où l'exposition et le risque se rapportent au corps entier.

La majorité des critères génériques sont exprimés en tant que dose efficace (E) et dose équivalente pour le fœtus (H_{foetus}); à l'exception du **blocage de la fonction thyroïdienne** (BFT), exprimé en tant que dose équivalente pour la thyroïde ($H_{thyroide}$). Les unités dans ce document sont exprimées en millisieverts (mSv).

Pour associer les mesures d'instruments aux quantités de protection, les quantités de dose opérationnelles suivantes sont utilisées :

- Équivalent de **dose ambiant**, pour la surveillance environnementale
- Équivalent de dose individuel, pour la surveillance individuelle

Le critère générique pour les **travailleurs d'urgence hors site** est exprimé en terme d'équivalent de dose individuel ($Hp(10)$) et ses unités sont en mSv. Les NOI 1 à 4 sont exprimés en terme d`équivalent de débit de dose ambiant ($H^*(10)$) en micro-microsieverts à l'heure (µSv/h).

Lorsque nous utilisons des quantités de protection pour la planification de l'exposition et la prise de décisions, les termes suivants sont utilisés (selon la CIPR, 2009) :

- **Dose prévue :** dose efficace ou équivalente qui serait probablement reçue si des actions protectrices n'étaient pas prises.
- **Dose évitée :** dose efficace ou équivalente qui peut être évitée par la mise en place de mesures de protection.
- **Dose résiduelle :** dose efficace qui serait probablement reçue par suite des décisions prises sur lesactions protectrices. Autrement dit, la dose résiduelle est la dose prévue moins la dose évitée. La période utilisée pour calculer la dose résiduelle de l'urgence devrait correspondre à la période à laquelle s'applique le niveau de référence.

2 CONCEPTS IMPORTANTS POUR EXAMINER LE RISQUE RADIOLOGIQUE DANS LA PLANIFICATION ET LES INTERVENTIONS EN SITUATION D'URGENCE NUCLÉAIRE

Les objectifs pratiques de l'intervention à une urgence nucléaire sont les suivants (modifiés, d'après l'AIEA 2015a) :

- Voir à ce qu'une capacité adéquate soit en place pour intervenir dans une situation d'urgence.
- Reprendre le contrôle de la situation et atténuer les conséquences radiologiques.
- Protéger la santé humaine, les biens et l'environnement.
- Atténuer les conséquences non radiologiques.
- Garder le public informé et garder sa confiance.
- Préparer la reprise des activités sociétales et économiques normales.

La CIPR et l'AIEA déclarent, et Santé Canada est d'accord, que le risque radiologique doit être examiné adéquatement pour atteindre ces objectifs (p. ex., CIPR 2007; CIPR 2009; AIEA 2015a). Fondamentalement, cela signifie que le niveau de protection contre l'exposition au rayonnement devrait être le meilleur possible dans les circonstances, de sorte que les bienfaits issus de l'exposition réduite dépassent les effets néfastes de la prise de la mesure. Si les niveaux de rayonnement sont assez élevés pour causer des **blessures déterministes graves**, des mesures visant à réduire les expositions sont sans contredit justifiées. Cependant, si les niveaux de rayonnement sont inférieurs, les autorités devraient examiner tous les risques significatifs, radiologiques comme non radiologiques, pour protéger de façon optimale le public et les travailleurs qui relèvent d'eux. Comme l'a montré l'histoire récente, les décisions axées entièrement sur l'évitement de la dose peuvent faire considérablement plus de mal que de bien (p. ex. SHAMISEN 2017).

En même temps, les niveaux des doses le plus pas qu'il soit raisonnablement possible d'attaindre. Pour pouvoir définir ce que l'on considère « raisonnable » et garder les risques d'exposition au rayonnement en perspective, la CIPR et l'AIEA recommandent que les autorités déterminent à l'avance des critères et des quantités opérationnelles pour orienter les décisions sur la mise en place de mesures correctives, y compris :

- un niveau de référence initial;
- les critères génériques;
- les NOI.

Ces paramètres ne sont que quelques-uns des intrants dont les autorités auront besoin pour élaborer et mettre en place des stratégies de protection efficaces, la clé pour optimiser l'exposition en situation d'urgence. Le concept qui entoure une stratégie de protection est brièvement décrit ci-dessous, suivi d'explications sur les paramètres susmentionnés.

2.1 Stratégie de protection

Une stratégie de protection décrit ce qu'il faut faire et comment il faut le faire pour atteindre les objectifs d'une intervention en situation d'urgence nucléaire, compte tenu de tous les risques, contraintes et autres facteurs qui devront être gérés, et non uniquement les facteurs radiologiques. L'AIEA précise ce qui suit au sujet des stratégies de protection (AIEA 2015a, para 4.29) :

> *Il faut démontrer que chaque action protectrice, dans le cadre de la stratégie de protection, et la stratégie de protection elle-même sont justifiées (c'est-à-dire qu'elles font plus de bien que de mal), compte tenu non seulement des détriments qui sont associés à une exposition aux rayonnements, mais aussi de ceux qui sont associés aux répercussions des actions mises en œuvre sur la santé publique, l'économie, la société et l'environnement.*
>
> *(Ces répercussions peuvent être par exemple le décès de patients évacués sans avoir reçu les soins médicaux nécessaires et la réduction de l'espérance de vie en raison du relogement définitif.)*

Selon l'AIEA (2015b), des stratégies de protection devraient être élaborées à l'étape de la préparation et englober toutes les organisations d'intervention pertinentes, ainsi que d'autres parties intéressées. Les arrangements devraient porter sur la période à partir du moment où l'urgence est déclarée jusqu'à son terme, et, pour des événements à grande échelle, peuvent se poursuivre pendant toute la transition vers le rétablissement et au-delà.

2.2 Niveau de référence

Le niveau de référence est le niveau de dose résiduelle au-dessus duquel on estime généralement qu'il est inapproprié de planifier de façon à permettre des expositions. À titre de comparaison avec le niveau de référence, la dose résiduelle devrait être calculée en tant que dose efficace (ou la dose équivalente pour le fœtus) qui demeure après la mise en place d'une stratégie de protection optimisée, compte tenu de toutes les voies d'exposition (CIPR 2007)[1].

Il est prudent d'établir le niveau de référence pour une situation d'urgence à un niveau supérieur à celui qui serait établi pour des situations d'exposition plus contrôlées, car il y a des risques associés à la prise de actions protectrices et ils pourraient être plus élevés que le risque cumulatif associé à une dose résiduelle supérieure.

Pour la planification d'urgences nucléaires hors site, un niveau de référence devrait être établi avant que les stratégies de protection soient élaborées pour que les doses totales reçues par toutes les personnes touchées demeurent inférieures à ce niveau. Pendant une urgence, le niveau de référence est un outil qui sert à évaluer l'efficacité des actions protectrices mises en place et qui évalue le besoin d'apporter des ajustements. Si la dose résiduelle absorbée par certains groupes peut vraisemblablement dépasser le niveau de référence, les autorités devraient prendre des actions additionnelles pour réduire l'exposition.

La CIPR 109 (2009) recommande d'établir des niveaux de référence pour les urgences entre 20 et 100 mSv, pour une dose aiguë ou annuelle, selon le type d'urgence. Les blessures déterministes graves ne se présentent pas à ces niveaux et il n'existe aucune donnée épidémiologique qui suggère un risque accru de développer d'autres **réactions tissulaires** ou **effets stochastiques**, comme le cancer, à des doses inférieures à environ 100 mSv (CIPR 2007) Les valeurs des critères génériques et des NOI présentées dans ce document sont adéquates pour des urgences où les autorités ont établi un niveau de référence qui penche vers le haut de ces valeurs, en fonction de la dose efficace annuelle, pour englober toutes les catégories d'urgence abordées par le PFUN, dont les accidents graves.

2.3 Critères génériques

Les critères génériques sont des facteurs déclencheurs dans les stratégies de protection qui aident les autorités à déterminer quand, où et dans quelle portée les arrangements de actions protectrices devraient être planifiés (avant une urgence) et mis en œuvre (pendant une urgence). Ils sont déterminés pendant l'étape de la planification, lorsque les planificateurs ont le temps de réfléchir à tous les facteurs de contribution à la dose possibles et aux effets accessoires de la prise d'actions pour les restreindre. Une fois établis, ces critères génériques facilitent la prise de décisions : si le niveau associé à une action est dépassé, la mise en œuvre de cette action devrait être jugée prioritaire, car elle fera presque assurément plus de bien que de mal.

Avant une urgence, des critères génériques sont utilisés pour caractériser la mesure dans laquelle des arrangements d'actions protectrices pourraient être requis. Par exemple, en comparant les doses prévues de situations d'accidents hypothétiques aux critères génériques pour l'**évacuation, le blocage de la fonction thyroïdienne à l'aide d'iode stable (BFT), le relogement temporaire** et les **contrôles de l'ingestion**, les planificateurs d'urgence peuvent mieux mesurer la probabilité que ces actions protectrices seront requises. Cette comparaison permet à son tour de délimiter des zones de planification des actions protectrices urgentes et les arrangements correspondants qu'elles comprennent.

---

[1] La CIPR (2009) indique que des niveaux de référence, en termes de dose équivalente pour des organes précis, pourraient être envisagés pour certaines situations d'exposition, notamment l'irradiation de la thyroïde par l'iode radioactif. Étant donné que la pratique canadienne prévoit la disponibilité d'agents de blocage de la fonction thyroïdienne dans des situations d'urgence mettant en cause l'iode radioactif, Santé Canada a déterminé qu'un niveau de référence distinct n'est pas nécessaire.

Pendant les premières phases d'une urgence, une fois les actions protectrices d'urgence mises en place, mais avant que des données ne soient créées, les critères génériques du contrôle de l'exposition peuvent être comparés à la dose prévisible pour confirmer, par exemple, que les arrangements prédéterminés afin de protéger les populations suffisent pour le scénario qui se déroule.

Pendant l'urgence, des critères génériques pour la gestion médicale [illegible] les doses des travailleurs d'urgence hors site sont utilisés pour cerner des situations où des interventions sont requises pour gérer ou atténuer les risques pour les personnes.

Il est reconnu que même avec une planification avisée, les autorités pourraient exiger de la souplesse pour gérer les risques posés par des dangers imprévus dans une situation d'urgence. Dans ce genre de situations, il se peut que les critères génériques doivent être révisés pour que la protection puisse être optimisée de façon différente afin de répondre aux demandes précises d'une urgence[4]. Les changements, en plus des raisons pour le changement, devraient être communiqués au public rapidement et de façon transparente.

Les critères génériques recommandés par Santé Canada devraient garder les doses résiduelles totales pour toutes les populations et toutes les personnes touchées bien en deçà de la limite supérieure du niveau de référence pour l'urgence (100 mSv).

Un complément d'information sur la façon dont les critères génériques sont utilisés avant et pendant une urgence, ainsi que les valeurs par défaut recommandées par Santé Canada, est fourni à la section 5.

2.4 NOI

Les NOI sont des valeurs qui appuient la prise de décisions en établissant rapidement des liens entre des mesures discrètes de contamination et les critères génériques, ce qui circonscrit les besoins d'actions protectrices ou en confirme le caractère adéquat. Dépasser un NOI déclenche l'exigence de mettre en place la mesure de protection correspondante dans un échéancier prédéterminé.

Les NOI proviennent de critères génériques. Ils sont donc calculés pour conserver la dose résiduelle totale pour toutes les populations et personnes touchées bien en dessous de la limite supérieure du niveau de référence (100 mSv), lorsqu'elle est mise en place, dans les échéanciers recommandés. De l'information sur la façon dont les NOI sont calculés se trouve aux annexes E et F.

De l'information sur la façon dont les NOI sont utilisés pendant une urgence, ainsi que les valeurs par défaut recommandées par Santé Canada, se trouve dans la section 6.

2.5 Fonctions des actions protectrices

Pour faciliter la consultation de ce document, Santé Canada fait parfois référence à des groupes d'actions protectrices par leur fonction dans une stratégie de protection. Ces groupes sont expliqués au tableau 1.

TABLEAU 1. Actions protectrices, groupées par fonction et objectifs d'intervention. De plus amples renseignements sur les actions protectrices se trouvent dans la section 7.

FONCTION	OBJECTIF DE L'INTERVENTION	ACTIONS PROTECTRICES
Contrôle de l'exposition	• Éviter des blessures déterministes graves • Réduire le risque d'effets stochastiques pour des populations qui vivent dans des zones contaminées ou potentiellement contaminées	• Blocage de la fonction thyroïdienne à l'aide d'iode stable • Évacuation • **Mise à l'abri** • Relogement temporaire

[4] Il faut éviter de modifier les critères génériques pendant une urgence, dans la mesure du possible, car cela peut porter à confusion pour les intervenants et les membres du public.

FONCTION	OBJECTIF DE L'INTERVENTION	ACTIONS PROTECTRICES
Contrôle de l'ingestion	• Réduire le risque d'effets stochastiques pour les consommateurs d'aliments et d'eau qui pourraient être contaminés	• Restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable, de lait et d'autres aliments potentiellement contaminés
Surveillance de la population et gestion médicale	• Identifier les personnes qui pourraient avoir besoin d'une intervention afin de réduire la contamination interne ou externe • Cerner les personnes qui ont besoin d'un traitement pour des blessures par rayonnement ou d'un **suivi médical** à la suite de l'exposition	• Décontamination personnelle[4] • Évaluation de la contamination interne • Suivi médical
Travailleurs d'urgence hors site	• Réduire le risque d'effets stochastiques pour les travailleurs hors site	• Restriction des activités des travailleurs

2.6 Communications publiques

Des communications publiques efficaces sont essentielles pour atteindre les objectifs d'une intervention d'urgence nucléaire. Cette section aborde très brièvement les questions de communication directement liées à l'utilisation réussie de critères génériques et de NOI pour la planification et les interventions en situation d'urgence nucléaire, et ne se veut en aucun cas un examen approfondi du sujet. De plus amples renseignements sur les communications publiques se trouvent dans la norme *N1600-F16 – Exigences générales relatives aux programmes de gestion des urgences nucléaires* (CSA 2016) et le document *Communication avec le public en situation d'urgence nucléaire ou radiologique* (AIEA, 2012). Des directives additionnelles de l'AIEA sont actuellement en cours d'élaboration.

L'un des principaux objectifs des communications publiques pendant une urgence nucléaire consiste à offrir aux populations touchées de l'information rapide, claire et appropriée sur la situation d'urgence nucléaire et les actions protectrices qu'elles devraient entreprendre (habituellement désignées en tant qu'alertes publiques). Les stratégies de protection devraient comprendre des arrangements pour faire en sorte que les communications se fassent au moyen de tous les modes de communication existants (comme le Système national d'alertes au public[5], les médias et les médias sociaux).

Le public doit également avoir confiance que les autorités sont prêtes et que des plans sont en place. À cette fin, de l'information sur les actions protectrices et les déclencheurs pour leur mise en œuvre devrait être divulguée au public avant une situation d'urgence. S'il est nécessaire de s'éloigner de critères prédéterminés pendant une urgence, les changements devraient être communiqués rapidement, clairement et de façon transparente.

Enfin, d'autres provinces et pays peuvent transmettre des avis à leurs citoyens qui pourraient être touchés par l'urgence ou imposer des embargos temporaires sur les aliments qui proviennent de la zone touchée. Si on découvre que les conseils sont en conflit avec les conseils des autorités locales, la confiance du public pourrait être ébranlée. Ainsi, coordonner et harmoniser les critères décisionnels d'autres autorités d'intervention servira à conserver la confiance du public.

[5] Le Système national d'alertes au public est un système tous risques qui offre aux organisations de gestion des urgences de partout au Canada la capacité d'avertir le public sur des dangers imminents ou en cours par la radio, la télévision, les courriels et les messages texte (SP, 2014).

3 SURVOL DES EFFETS POUR LA SANTÉ DE L'EXPOSITION AU RAYONNEMENT

Les niveaux de dose de référence et les quantités d'intervention correspondantes qui sont recommandés dans ce document reflètent les connaissances scientifiques actuelles sur les effets biologiques des doses de rayonnement supérieures et inférieures à environ 100 mSv.

Les humains sont continuellement exposés à de petites quantités de rayonnement et de matières radioactives présentes dans l'environnement et dans notre organisme. De petites quantités de radioactivité ne sont pas considérées nocives pour la santé humaine. Si le rayonnement ionisant peut endommager les cellules humaines, ces dernières sont malgré tout hautement capables de réparer des dommages mineurs. Dans les cas où les dommages ne peuvent être réparés ou sont mal réparés, la cellule ne sera peut-être pas en mesure de survivre ou de se reproduire, ou encore rester viable, mais être modifiée. La plupart des organes ou tissus demeurent intouchés par la perte de quelques cellules.

Cependant, si un nombre suffisant de cellules sont perdues, l'organe ou le tissu ne fonctionnera peut-être plus correctement. Ces effets sont connus en tant que réactions tissulaires et peuvent comprendre des cataractes induites par le rayonnement qui peuvent prendre des années à se manifester ou encore un syndrome d'irradiation aigu qui peut même mener à un décès en quelques jours ou quelques semaines. Les réactions tissulaires comme celles-là se produisent uniquement à des seuils de dose qui dépassent largement le niveau de référence indiqué dans ces lignes directrices et ne se produisent tout simplement pas à des niveaux de dose inférieurs. Au-delà du seuil, la gravité de l'effet augmente à mesure que la dose augmente.

Par ailleurs, l'exposition au rayonnement peut causer des modifications aux cellules sans les tuer, ce qui peut mener à une prolifération cellulaire anormale ou à un cancer. C'est ce que l'on appelle un effet stochastique, où on suppose que la probabilité d'un effet sur la santé augmentera avec la dose reçue. Pour mettre ces effets en perspective, on estime que le risque de cancer fatal issu d'expositions d'urgence hors site de l'ordre associé au niveau de référence et aux critères génériques est de 5 % par Sv de dose efficace (CIPR 2007). Cela signifie que la probabilité qu'un membre du public qui reçoit une dose efficace de 100 mSv (0,1 Sv) développe un cancer fatal augmentera de 0,5 %. Pour la définition des effets stochastiques, la gravité de l'effet n'a aucun lien avec la dose.

Il convient également de noter qu'en deçà d'environ 100 mSv, il est très difficile de définir la relation entre la dose de rayonnement et le risque de cancer. C'est principalement parce que l'incidence « normale » du cancer est si élevée dans la population générale qu'il est extrêmement difficile de dégager tout petit nombre de cancers excédentaires (le cas échéant) qui peut être attribué à de faibles niveaux d'exposition au rayonnement.

4 PRINCIPES FONDAMENTAUX

Les principes suivants, qui mettent en relief la protection globale de la santé publique, ont été suivis pour choisir les critères de dose pour la mise en branle d'actions protectrices. .

4.1 Justification et optimisation

Les principaux facteurs dans l'interprétation de critères génériques et de NOI sont la protection de la santé publique et la confiance du public, ainsi que l'atteinte d'un bienfait net si une mesure de protection devait être mise en place. Si un bienfait net est obtenu, la mesure est jugée justifiée. L'optimisation pousse l'exercice un échelon plus loin, en élargissant le niveau de protection audelà de ce qui est requis vers ce que l'on peut raisonnablement atteindre, dans le but d'optimiser les bienfaits nets dans les circonstances en question et compte tenu des facteurs non radiologiques.

Pendant une situation d'urgence nucléaire, les doses potentielles pour le public peuvent uniquement être réduites au moyen d'actions protectrices , qui elles-mêmes peuvent amener des risques. Ces risques non radiologiques comprennent le risque physique associé à la mesure de protection, les pertes économiques, les perturbations sociales et l'anxiété. Par exemple, une ordonnance d'évacuation pendant de mauvaises conditions météorologiques pourrait amener un risque plus important comme un risque d'accident de transport ou un autre, que le risque causé par l'attente de conditions de conduite plus sécuritaires et l'exposition à une dose résiduelle légèrement plus élevée. Les bienfaits et les risques attendus associés à chaque mesure de protection devraient entrer en ligne de compte pendant l'étape de la planification.

À cause de ces risques additionnels, il est justifié de planifier pour que le public reçoive une dose plus élevée dans une situation d'urgence qu'il ne le recevrait dans des circonstances normales, jusqu'à un certain point. Ce point est le niveau de référence. Si les doses prévues dépassent le niveau de référence, une intervention pour réduire les doses est presque toujours justifiée (CIPR 2007; CIPR 2009). Des critères génériques facilitent l'**optimisation de la protection** sous le niveau de référence. Les critères génériques dans ce document sont considérés raisonnablement atteignables dans le contexte canadien, surtout avec une planification préalable.

4.2 Prise en compte du groupe le plus sensible dans la population

En général, les actions protectrices devraient être appliquées à la population entière dans la zone touchée, et non uniquement à certaines personnes ou à certains groupes d'âge. Cependant, aucun groupe de population n'est homogène, et même s'il n'est pas approprié d'utiliser des suppositions démesurément conservatrices pour estimer les expositions, il est raisonnable d'accorder la priorité à la protection de groupes d'âge plus sensibles en cas d'urgence. Ainsi, les critères génériques devraient être comparés avec les doses prévues pour le groupe de population le plus sensible ou susceptible (p. ex. souvent, les jeunes enfants ou fœtus en développement sont plus sensibles à l'exposition au rayonnement).

Les NOI dans ce document protègent les groupes d'âge les plus sensibles ainsi que les fœtus en développement. Par exemple, les NOI 1_a et 2_a qui correspondent aux actions protectrices de l'évacuation et du relogement temporaire, respectivement, ont été évalués pour les jeunes enfants et le fœtus, et les NOI les plus conservateurs ont été sélectionnés. Également, à titre d'exemple, citons le calcul des valeurs du NOI6 pour les mesures en laboratoires de l'eau potable, du lait et d'autres aliments et boissons. Comme le décrit l'annexe F de ce document, ces NOI ont été calculés pour cinq groupes d'âge et seule la valeur la plus restrictive a été recommandée.

4.3 Cohérence avec les pratiques internationales

Les lignes directrices de Santé Canada sur les urgences nucléaires ont été mises à jour pour être harmonisées aux recommandations internationales sur les urgences nucléaires à jour au moment de cette publication, dont :

- *Publication 103, Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique* (CIPR 2007);
- *Publication 109, Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations* (CIPR 2009) (anglais seulement);

- Guide général de sûreté de l'AIEA (GSG) 2 : *Critères à utiliser pour la préparation et la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique* (AIEA 2011);
- AIEA Emergency Preparedness and Response Nuclear Power Plant (EPR-NPP) Public Protective Actions: *Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor* (AIEA 2013); (anglais seulement)
- AIEA GSR Part 3: *Radioprotection et sûreté des sources de rayonnement : Normes fondamentales internationales de sûreté* (AIEA 2014);
- AIEA 2015a, *Préparation et conduite des interventions en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique.* No GSR Part 7; et
- AIEA Emergency Preparedness and Response (EPR-NPP-OILs): *Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies and Methodology for Their Derivation* (AIEA 2017) (anglais seulement).

Santé Canada a étudié, et, la plupart du temps, adopté les valeurs des critères génériques et NOI recommandés par l'AIEA (AIEA 2015a, AIEA 2017). L'annexe D contient de plus amples renseignements sur la comparaison entre les recommandations de Santé Canada et celles de l'AIEA et d'autres pays industrialisés qui génèrent de l'énergie nucléaire.

5 CRITÈRES GÉNÉRIQUES

Les critères génériques sont les bases de la mise en place d'actions protectrices. . Si le critère générique d'une mesure est dépassé, la mise en branle de cette mesure devrait être jugée prioritaire. Le tableau 2 indique les critères génériques recommandés par Santé Canada. Les doses englobent l'exposition de toutes les voies (p. ex., irradiation externe, ingestion et inhalation).

TABLEAU 2. Critères génériques. *E* désigne la dose efficace, $H_{thyroïde}$ est la dose équivalente pour la thyroïde; $H_{fœtus}$ est la dose équivalente pour le fœtus, et $H_p(10)$ est l'équivalent de dose individuel à 10 mm.

NOM DE LA STRATÉGIE	ACTIONS PROTECTRICES	CRITÈRES GÉNÉRIQUES
Contrôle de l'exposition	Blocage de la fonction thyroïdienne à l'aide d'iode stable	50 mSv au cours des sept premiers jours ($H_{thyroïde}$)
	Évacuation	100 mSv au cours des sept premiers jours (*E* ou $H_{fœtus}$)
	Mise à l'abri	10 mSv en deux jours (*E*) *(dose évitée)*
	Relogement temporaire	100 mSv la première année[7] (*E*) ou 100 mSv pour le développement *in utero* entier ($H_{fœtus}$)
Contrôle de l'ingestion	Restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable, de lait et d'autres aliments potentiellement contaminés	3 mSv/a (1 mSv/année pour chacune des catégories suivantes : eau potable, lait et autres aliments et boissons) (*E*)
Surveillance de la population et gestion médicale	Surveillance de la population, Évaluation interne et Suivi médical	100 mSv en un mois (*E*) ou 100 mSv pour le développement *in utero* entier ($H_{fœtus}$)
Travailleurs d'urgence hors site	Restriction des activités pour un travailleur individuel	50 mSv[8] pendant la durée de l'intervention ($H_p(10)$ ou *E*)

Les critères génériques au tableau 2 ont été principalement adoptés à partir des critères génériques recommandés par l'AIEA (AIEA 2015a). L'annexe D contient une comparaison.

---

[7] Il s'agit d'une valeur initiale. À mesure que l'intervention progresse, ce critère générique devrait être réduit. Voir les sections 5.1.1 et 7.4.

[8] Cette valeur peut être dépassée dans certaines circonstances, comme il est expliqué plus loin dans cette section.

5.1 Notes sur l'application de critères génériques

5.1.1 Critères génériques pour le contrôle de l'exposition et le contrôle de l'ingestion

Ces valeurs décrivent les niveaux de dose prévus auxquels une intervention devrait être faite pour protéger les populations. Au moment de créer des plans d'urgence nucléaire pour des situations où l'emplacement de la source radioactive est connu à l'avance (comme une installation avec réacteur ou un port désigné en raison de sa fréquentation par des navires propulsés par l'énergie nucléaire), la probabilité que ces niveaux de dose soient dépassés devrait entrer en ligne de compte, parmi d'autres intrants, afin de délimiter des zones de planification des actions protectrices urgentes et des déclencheurs non dosimétriques (comme l'état de l'installation) en vue de l'implémentation d'actions protectrices. Dans les endroits où les critères génériques du contrôle de l'exposition sont susceptibles d'être dépassés, des arrangements spéciaux devraient être pris pour des populations qui ne sont peut-être pas en mesure de se déplacer sans aide et pour ceux qui ont besoin de soutien ou de mesures d'accommodement additionnelles.

Les critères génériques de l'évacuation et du relogement temporaire reflètent l'urgence relative avec laquelle la mesure devrait être prise pour déplacer des populations hors des zones où le potentiel d'exposition est à son plus élevé; c'est-à-dire que les ressources devraient *d'abord* être canalisées vers le soutien au relogement sécuritaire des personnes où le critère générique d'évacuation sera dépassé, et *ensuite* vers des endroits où les critères génériques de relogement temporaire seront dépassés. Une fois que ces actions ont été prises, les autorités devraient revoir le critère générique de relogement temporaire à la baisse. La limite inférieure par défaut pour le critère générique du relogement temporaire est de 20 mSv/a, soit l'équivalent de la limite inférieure pour un niveau de référence d'urgence (CIPR 2009, AIEA 2012a). Des stratégies de gestion d'expositions à long terme pour les populations touchées devraient être orchestrées en consultation avec tous les intervenants dans le cadre de la transition vers le rétablissement.

La mise à l'abri devrait être ordonnée en tant que mesure de protection temporaire lorsque la dose prévisible dépasse les critères génériques du BFT ou de l'évacuation, mais lorsque les circonstances qui prévalent empêchent la mise à exécution en temps utile. Puisqu'il s'agit d'une mesure de protection moins perturbatrice (AIEA 2012b), les autorités peuvent ordonner la mise à l'abri pendant jusqu'à deux jours à des niveaux de dose inférieurs si elle peut réduire les expositions d'au moins 10 mSv. De plus amples renseignements sur les situations où la mise à l'abri peut être indiquée se trouvent à la section 7.

Les paramètres utilisés pour les prévisions de doses devraient correspondre aux groupes les plus à risque (compte tenu, par exemple, de l'âge, du sexe et des habitudes) et de toutes les voies, sans être démesurément pessimistes (CIPR 2009).

Les limites des modèles utilisés pour prédire les caractéristiques et la dispersion des rejets devraient être reconnues, comprises et prises en compte. Les prévisions de doses produites pendant une urgence, lorsque la progression d'un accident/événement peut être fortement imprévisible, devraient être utilisées avec prudence, surtout pour décider de s'éloigner de la stratégie de protection prévue. Ceci causé par le fort degré d'incertitude qui vient compromet la capacité d'évaluer si une action est ou non justifiée.

5.1.2 Critère générique de la surveillance de la population et de la gestion médicale

Cette valeur est le niveau de dose qui a été reçu par une personne (dont l'irradiation externe et la **dose engagée** par inhalation et ingestion), où des mesures devraient être prises pour voir à un suivi médical au besoin. Elle s'applique tout autant aux membres du public qu'aux travailleurs d'urgence, quoique ce critère générique doive uniquement entrer en ligne de compte chez les personnes qui étaient en situation d'exposition élevée. La dose devrait être déterminée par dosimétrie individuelle (dont la dosimétrie rétrospective) et comprendre des évaluations de toutes les voies pertinentes. Les niveaux de contamination interne devraient être déterminés par mesure anthroporadiométrique, essais biologiques, et surveillance thyroïdienne (si l'exposition comprend de l'iode radioactif). Parmi les mesures de suivi peuvent se trouver, sans s'y limiter, l'enregistrement du patient et de la dose, des dépistages ciblés pour mesurer les effets sur la santé, du counseling et de la surveillance à long terme. Le suivi médical est élaboré à section 7.7. De plus amples renseignements se trouvent dans le *Guide canadien sur la gestion médicale des urgences radiologiques* (SC 2015).

5.1.3 Critère générique des travailleurs d'urgence hors site

REMARQUE : Ce critère générique ne convient pas aux travailleuses qui pourraient être enceintes. Elles devraient être exclues du travail en situation d'urgence qui se solderait par une dose supérieure à la limite de dose pertinente pour les situations non urgentes.

Cette valeur, lorsqu'elle est examinée en termes de dose prévisible pour un travailleur individuel, est utile pour la planification du travail et la **gestion de la dose.** Pendant l'intervention d'urgence, une fois que les tâches sont décrites et que les champs de rayonnement dans le milieu de travail sont caractérisés, des stratégies de gestion de la dose devraient être mises en place pour optimiser les expositions et garder toutes les doses individuelles en dessous de 50 mSv sauf dans des circonstances extraordinaires.

À la lumière de la dose déjà reçue, dépasser cette valeur devrait restreindre les activités du travailleur, de façon à ce qu'il ne soit pas en position de recevoir une dose additionnelle importante par suite de l'urgence. La dose efficace issue de l'exposition par toutes les voies devrait faire partie de l'évaluation. Si une contamination interne est soupçonnée, le travailleur d'urgence hors site devrait subir une évaluation de la contamination interne et être dirigé vers un suivi médical.

Dans certains cas exceptionnels, il pourrait être nécessaire de permettre à un petit nombre de travailleurs d'urgence hors site de recevoir des doses de 100 mSv ou plus. Parmi les exemples de situations où on pourrait envisager cette possibilité figurent des activités de sauvetage où une vie est en danger et des tâches qui, lorsque terminées, peuvent éviter le développement de conditions qui pourraient avoir de graves répercussions sur les personnes et leur milieu. Ces travailleurs devraient être entièrement conscients des risques pour la santé associés à la dose potentielle qu'ils pourraient recevoir et devraient accepter ces risques volontairement.

6 NIVEAUX OPÉRATIONNELS D'INTERVENTION RECOMMANDÉS (NOI)

Les NOI sont des valeurs qui appuient la prise de décisions après le rejet en associant rapidement des mesures discrètes de contamination aux critères génériques, ce qui cerne le besoin d'actions protectrices ou en confirme le caractère adéquat.

Les NOI présentés dans cette section devraient faire en sorte que les doses ne dépassent pas les critères génériques recommandés dans ce document. Des mesures devraient être formulées selon les détails et délais fournis au tableau 3 et avec de l'équipement bien calibré adapté à l'utilisation.

TABLEAU 3. Valeurs du NOI et conditions de surveillance connexes.

NOI	MESURE DE PROTECTION	DÉTAILS SUR LA MESURE	NIVEAU	DÉLAI POUR LA MESURE, LIÉ AU REJET (AIEA 2013)
Contrôle de l'exposition				
1_T	Évacuation	Débit de dose gamma (H*(10)), à un mètre du sol	1 000 µSv/h	En une journée
2_T	Relogement temporaire	Débit de dose gamma (H*(10)), à un mètre du sol, mesuré dans les 10 jours suivant l'arrêt du réacteur	100 µSv/h	Commencer après l'évacuation
		Débit de dose gamma (H*(10)), à un mètre du sol, mesuré plus de 10 jours suivant l'arrêt du réacteur	25 µSv/h	
Contrôle de l'ingestion				
3_T	Restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable, de lait et d'autres aliments potentiellement contaminés	Débit de dose gamma (H*(10)), à un mètre du sol	1 µSv/h	À mettre en place en parallèle avec le contrôle de l'exposition et à prolonger dans les jours qui suivent
5_α	Confirmer les contrôles de l'ingestion (avec des mesures de laboratoire)	Activité alpha brute	Voir le tableau 4	À entreprendre entre une semaine et un mois, selon l'importance des aliments et de l'eau potable locaux dans la collectivité
5_β		Activité bêta brute	Voir le tableau 4	
6		Concentrations d'activités pour des radionucléides précis	Voir le tableau 12	
Surveillance de la population et gestion médicale				
4_T	Décontamination personnelle et/ou suivi médical	Mesure de la peau à 10 cm des mains et du visage	1 µSv/h	À mettre en place en parallèle avec le contrôle de l'exposition

Les valeurs par défaut pour les NOI 1_T et 2_T dans le tableau 3 ont été extraites expressément pour une urgence qui comprend un rejet grave de matières radioactives d'un réacteur nucléaire ou de son combustible usé (AIEA 2017). Pour d'autres types d'urgences, les valeurs par défaut pour les mesures d'urgence (évacuation, restriction alimentaire et sur l'eau) devraient être suffisamment protectrices pour la plupart des situations qui concernent des radionucléides émettant du rayonnement gamma et peuvent donc être adoptées directement au besoin. Cependant, le NOI 2_T (10 jours ou plus suivant l'arrêt du réacteur) pourrait ne pas convenir et devrait donc être réévalué dès que le temps le permet, selon la composition isotopique du terme source. Voir l'annexe E, qui contient plus de détails à ce sujet.

Si les NOI par défaut ne sont pas utilisés, l'autorité d'intervention d'urgence responsable devrait être disposée à évaluer rapidement le besoin de s'éloigner des consignes génériques et les répercussions. Certains facteurs à considérer à cet effet se trouvent à l'annexe E.

6.1 Notes sur l'application de NOI

6.1.1 NOI pour le contrôle de l'exposition

Les NOI 1_γ et 2_γ sont des déclencheurs qui peuvent être directement comparés à des mesures courantes prélevées sur place peu de temps après un rejet ouune autre situation d'exposition pour permettre la prise de décisions et les interventions rapides. Les valeurs par défaut sont présentées en termes de taux de dose gamma (H*(10)) mesurés à un mètre du sol. Si l'instrument de mesure qui sera probablement utilisé dans l'intervention d'urgence n'offre pas de données directes en H*(10), les NOI 1_γ et 2_γ par défaut pourraient ne pas être appropriés et de nouvelles valeurs, dans les unités affichées par l'instrument, devraient être calculées pendant l'étape de la préparation. Cela fera en sorte que les lectures des instruments puissent être comparées rapidement aux NOI pendant un événement et réduira le risque qu'il y ait des erreurs de conversion.

Lorsque le NOI 1_γ est dépassé, des arrangements d'évacuation sécuritaire et d'autres mesures urgentes visant à protéger le public, dont le BFT, les contrôles de l'ingestion et la surveillance de la population, devraient être mis en place immédiatement. S'il n'est pas possible d'entamer une évacuation sécuritaire immédiatement (p. ex. en raison du mauvais temps ou d'une infrastructure endommagée), le public devrait être avisé de se mettre à l'abri jusqu'à avis contraire. Dans certains cas, comme pour des patients en état critique à l'hôpital ou dans un foyer de soin, les risques d'être déplacé rapidement peuvent être considérablement plus élevés que les risques de dépasser le critère générique. Autant que possible, des mesures devraient être prises à l'avance pour gérer ces situations. Si les arrangements précédents n'ont pas été pris ou sont inadéquats, les autorités devraient faire une priorité de cerner les personnes qui ont besoin d'assistance spéciale et l'offrir.

La base pour le NOI 2_γ par défaut indiqué au tableau 3 est le critère générique durelogement temporaire aux premières étapes de l'urgence (100 mSv dans la première année qui suit l'accident). Des valeurs distinctes du NOI 2_γ sont fournies pour être utilisées à différents moments suivant l'arrêt du réacteur. Les différentes valeurs tiennent compte du changement prévu dans le débit de dose dans les dix premiers jours en comparaison avec après, principalement lorsque l'intensité des radionucléides de courte durée diminue.

À mesure que le temps avance, et si les ressources le permettent, le critère générique du temporaire pourrait être réduit graduellement à une limite inférieure de 20 mSv/a. À mesure que le critère générique est réduit, la valeur du NOI 2_γ (> 10 jours suivant l'arrêt) peut être diminuée de façon linéaire de façon à ce que les NOI 2_γ puissent finir par chuter à 5 µSv/h. Toutes les populations dans des endroits où les débits de dose ambiants dépassent le NOI 2_γ devraient être identifiées et relocalisées au cours du mois.

6.1.2 NOI pour le contrôle de l'ingestion

Comme les NOI 1_γ et 2_γ, le NOI 3_γ est un déclencheur qui peut être directement comparé aux mesures courantes sur le terrain, peu de temps après un rejet ou autre situation d'exposition. Le NOI 3_γ par défaut est le débit de dose gamma (H*(10)) mesuré à un mètre du sol. L'instrument doit afficher le débit de dose en H*(10) pour utiliser le NOI 3_γ; si aucun autre instrument n'est disponible, de nouvelles valeurs, dans les unités affichées sur l'instrument, devraient être calculées pendant l'étape de la préparation.

Le NOI 3_γ est adopté directement de l'AIEA (AIEA 2015a). C'est un indicateur précoce que l'eau potable, le lait et d'autres aliments et boissons peuvent être contaminés. Si le NOI 3_γ est dépassé, des restrictions devraient être mises en place et de l'approvisionnement alimentaire de remplacement devraient être offertes jusqu'à ce que des évaluations plus détaillées puissent être faites[8,9].

---

[8] Restreindre l'eau potable essentielle, le lait et d'autres aliments et boissons pourrait se solder par une déshydratation, une grave malnutrition ou d'autres importants effets sur la santé; ainsi, l'eau potable essentielle, le lait et autres aliments et boissons doivent être restreints uniquement si d'autres solutions sont offertes (AEIA 2015a).

[9] Dans une situation où le NOI 3_γ est dépassé en raison d'une contamination à l'iode et un approvisionnement de substitution d'eau potable essentielle, de lait et d'autres aliments et boissons n'est pas disponible, les autorités d'intervention d'urgence devraient songer au BFT pour éviter l'apport en iode radioactif et réduire la dose par ingestion. Le BFT devrait se faire avant l'exposition ou dès que possible après pour être efficace (voir la section 7.1).

Une fois que le temps de prendre des mesures urgentes a passé, des échantillons représentatifs d'aliments et d'eau potable restreints devraient être recueillis et analysés dans un laboratoire à titre de comparaison avec les valeurs du NOI 5 et/ou 6.

DÉPISTAGE ALPHA/BÊTA

Si la contribution relative à la dose totale de radionucléides émettant principalement du rayonnement alpha ou bêta est significative ou inconnue, des échantillons peuvent également être analysés en comparant l'activité alpha et/ou bêta brute aux valeurs du NOI 5 pour déterminer si une analyse précise de laboratoire pour des émetteurs de rayonnement alpha ou bêta est requise. Les radionucléides qui émettent des rayonnements bêta de faible énergie, comme le tritium, et certains radionucléides gazeux ou volatiles, comme l'iode, ne sont pas toujours détectés par des mesures du rayonnement brut. Si leur présence est soupçonnée, des techniques d'échantillonnage et de mesure propres aux radionucléides devraient être utilisées (SC 2009).

Les seuils des NOI 5_α et 5_β reposent sur les NOI propres aux radionucléides les plus restrictifs pour les émetteurs de rayonnement alpha et bêta, respectivement, et sont présentés au tableau 4.

TABLEAU 4. NOI pour le dépistage de rayonnement alpha/bêta

			QUANTITÉ MESURÉE (BQ/L)		
NOI	Mesure	Détails sur la mesure	Eau potable	Lait	Autres aliments et boissons
5_α	Restreindre la distribution et l'ingestion dans l'attente d'une analyse propre au radionucléide	Rayonnement alpha brut	1	1	3
5_β		Rayonnement bêta brut	10	30	30

Pour l'analyse en laboratoire du rayonnement bêta brut, la contribution du potassium-40 (^{40}K), radionucléide présent dans la nature et fréquent dans les aliments et l'eau, devrait être écartée, car elle requiert une évaluation distincte du contenu total en potassium dans les aliments et l'eau. Le rayonnement bêta du ^{40}K qui se trouve dans le potassium naturel est de $2{,}76 \times 10^{4}$ Bq/kg (AIEA 2011).

Si un ou plusieurs des NOI d'analyse alpha/bêta est dépassé, les concentrations propres au radionucléide dans l'eau potable, le lait et autres aliments et boissons devraient être évaluées et comparées aux NOI propres au radionucléide.

Le tableau 12, à l'annexe F, indique les NOI propres aux radionucléides. Des détails sur la façon dont ils ont été calculés se trouvent également à l'annexe F.

Pour des échantillons avec de multiples radionucléides, la formule suivante doit être utilisée :

$$\sum_i \left(\frac{C_i}{OIL6_i}\right) \geq 1$$

Où :

C_i est la concentration du radionucléide *i* dans l'eau potable, le lait ou autres aliments et boissons (Bq/kg ou Bq/L);

$NOI\ 6_i$ est la valeur du NOI 6 propre au radionucléide pour le radionucléide *i* dans l'eau potable, le lait ou autres aliments et boissons (Bq/kg ou Bq/L).

Si l'un des NOI propres au radionucléide ou si la condition pour de multiples radionucléides est dépassée, les restrictions devraient être maintenues. L'eau potable essentielle, le lait et autres aliments et boissons devraient être remplacés dès que possible. Si les NOI propres au radionucléide et la condition de radionucléides multiples ne sont pas dépassés, l'eau potable, le lait et autres aliments et boissons devraient être considérés propres à la consommation.

6.1.3 NOI pour la surveillance de la population et la gestion médicale

Le NOI pour la surveillance de la population et la gestion médicale est un déclencheur pour déterminer si quelqu'un a besoin de décontamination personnelle ou d'un suivi médical, selon des tests cutanés des mains et du visage.

Le NOI4$_7$ par défaut est le débit de dose gamma mesuré à 10 cm des mains ou du visage. L'instrument doit afficher le taux de dose en $H^*(10)$[10] pour utiliser le NOI 4$_7$ par défaut; si d'autres instruments sont utilisés, de nouvelles valeurs, dans les unités affichées par l'instrument, devraient être calculées pendant l'étape de la préparation.

Si on découvre que quelqu'un est contaminé à des niveaux au-delà du NOI 4$_7$, le personnel de surveillance devrait fournir des conseils sur des moyens de prévenir l'**ingestion accidentelle** et passer à la décontamination individuelle et à l'évaluation de la contamination interne. Si une contamination interne est soupçonnée, les personnes devraient être rapidement dirigées vers des spécialistes de la surveillance interne pour une mesure anthroporadiométrique, des essais biologiques ou des mesures de la thyroïde (pour une exposition à l'iode radioactif). Des retards dans ces mesures internes auront des effets sur l'exactitude de l'estimation de la dose et la rapidité du traitement. Des arrangements doivent donc être prises à l'avance pour que les ressources spécialisées soient prêtes à quantifier l'exposition et entamer un suivi médical. À tout le moins, le suivi médical devrait être entamé lorsque le critère générique du suivi médical est dépassé. Les résultats de la surveillance devraient être conservés en vue d'une utilisation ultérieure lors d'un suivi médical.

De plus amples renseignements sur le suivi médical, ainsi que sur la gestion médicale de cas d'urgences radiologiques, se trouvent dans le *Guide canadien sur la gestion médicale des urgences radiologiques* (SC 2015).

6.1.4 Travailleurs d'urgence hors site

Santé Canada n'a pas indiqué de NOI précis pour les travailleurs d'urgence hors site, car il n'est pas pratique pour nous de le faire. Nous recommandons plutôt que les autorités ou le personnel en radioprotection désigné élaborent et mettent en place des stratégies de gestion de dose pour les travailleurs d'urgence hors site en fonction du travail à faire et des situations d'exposition.

---

[10] À noter que le calcul pour le NOI4$_7$ (non reproduit dans ce document) comprend un facteur pour convertir l'activité sur la surface de la peau en équivalent de débit de dose ambiante ($H^*(10)$).

7 ANALYSE DES MESURES DE PROTECTION

Cette section décrit les actions protectrices déclenchées par les critères établis dans ce document et offre de l'information sur les risques, les avantages et les facteurs à considérer pour leur mise en œuvre et leur retrait.

7.1 Agent de blocage de la fonction thyroïdienne à l'aide d'iode stable

Le blocage de la fonction thyroïdienne (BFT) fonctionne en saturant la thyroïde d'iode stable, ce qui réduit le captage de l'iode radioactif et le risque subséquent de cancer de la thyroïde induit par le rayonnement. Des études menées auprès de populations touchées par l'incident nucléaire de Tchernobyl indiquent qu'une incidence accrue de cancer de la thyroïde, surtout chez les enfants, est la principale répercussion sur la santé directement attribuable à l'exposition au rayonnement (Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants, ou UNSCEAR, 2012). Ainsi, s'assurer que des agents de BFT (habituellement des comprimés d'**iodure de potassium** [KI]) sont facilement accessibles pour ceux qui pourraient en avoir besoin est une composante essentielle d'une stratégie de protection efficace pour les situations qui touchent l'iode radioactif.

Les agents de BFT sont uniquement efficaces pour réduire l'exposition interne à l'iode radioactif et n'offrent aucune protection contre le rayonnement externe ou l'exposition interne à d'autres radionucléides (CIPR 2009). Le BFT est à son plus efficace lorsqu'il est utilisé en parallèle avec d'autres actions protectrices, comme la mise à l'abri ou l'évacuation.

7.1.1 Mise en œuvre

Les agents de BFT sont principalement utilisés pour protéger les gens à risque d'inhaler de l'iode radioactif aérien pendant ou immédiatement après un rejet.

L'efficacité du KI à limiter le captage de l'iode radioactif dépend largement du choix du moment de l'administration. En effet, le KI administré immédiatement avant ou pendant un rejet est efficace à environ 100 % pour bloquer le captage de l'iode radioactif par la thyroïde, et l'administration du KI dans les quelques heures est tout de même efficace à 80 % pour bloquer le captage de l'iode radioactif par la thyroïde. L'efficacité du KI continue de diminuer avec le temps jusqu'à environ 20 % d'efficacité après 24 heures (OMS 1999; NAP 2004).

L'iode radioactif peut également entrer dans l'organisme par l'ingestion d'aliments et d'eau potable contaminés, surtout le lait; cependant, l'évitement de la consommation d'aliments contaminés offre davantage de protection (contre tous les radionucléides) et est donc estimé la mesure la plus appropriée pour restreindre l'exposition à l'iode radioactif par ingestion. Dans des situations où des substituts non contaminés pour des aliments essentiels, comme du lait pour les enfants, ne sont pas offerts, il pourrait être nécessaire de demander une administration prolongée d'agent de BFT pendant que des mesures sont prises pour obtenir un approvisionnement alternatif en nourriture et en eau .

Au vu de l'importance de la rapidité pour l'efficacité du BFT, les stratégies de protection doivent comprendre des mesures pour voir à ce que les individus aient accès au KI avant une urgence rejetant de l'iode radioactif ou pendant les premières heures. Pour ce faire, il faut en distribuer à l'avance dans les collectivités les plus à risque de dépasser les critères génériques pour le BFT, comme établit lors de la planification d'urgence. Il appartient à l'autorité d'intervention d'urgence de décider de la manière et de l'étendue de la distribution préalable de KI, compte tenu de facteurs propres au site, des plans de mise en œuvre pour d'autres actions protectrices urgentes ou d'exigences réglementaires, comme celles précisées dans le REGDOC 2.10.1 de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), *Gestion des urgences et protection-incendie Préparation et intervention relatives aux urgences nucléaires* (CCSN, 2016).

Les autorités d'intervention d'urgence devraient voir à ce que des comprimés de KI soient facilement accessibles pour les travailleurs d'urgence hors site qui interviennent dans un événement comportant de l'iode radioactif.

7.1.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

Les risques pour la santé associés à la consommation de KI aux doses recommandées et selon les instructions fournies par les responsables de la santé publique ou de la gestion des urgences sont faibles, pour la plupart des gens.

Le KI n'est pas recommandé pour les personnes atteintes de maladies existantes, comme des maladies autoimmunautaires, qui touchent la thyroïde. La prévalence de ces types de problèmes de santé augmente avec l'âge. En raison du risque accru d'effets indésirables ainsi que du risque extrêmement faible de développer un cancer de la thyroïde après l'âge de 40 ans, l'administration du KI n'est peut-être pas avantageuse pour ce groupe d'âge (OMS, 1999).

La teinture d'iode ne peut remplacer le KI. La teinture d'iode est toxique et sa consommation est associée à d'importants risques pour la santé. Les messages sur le BFT devraient distinguer clairement les sources d'iode stable sécuritaires et non sécuritaires et comprendre des avertissements contre l'automédication.

La distribution préalable de KI comporte également à la fois des bienfaits et des risques. Parmi les bienfaits se trouve un accès immédiat aux comprimés en cas d'urgence nucléaire qui exige leur utilisation. Les gens n'ont pas à sortir de leur demeure ou de leur milieu de travail pour les recevoir, ce qui peut les mettre en situation d'exposition potentielle ou interférer avec la mise en œuvre d'autres actions protectrices . Cependant, les gens peuvent perdre ou égarer leurs comprimés et ne pas les avoir à leur disposition au moment de l'urgence, ou encore les prendre à un moment inapproprié.

7.1.3 Posologies

Le KI devrait être administré aux niveaux posologiques précisés par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 1999). Les autorités de santé publique devraient s'assurer que les instructions sur la façon de prendre le KI sont claires et facilement compréhensibles, car la bonne dose de KI diffère selon l'âge. Les posologies recommandées adaptées à l'âge se trouvent au tableau 5. L'administration du KI peut être répétée en cas d'exposition prolongée ou répétée; cependant, les nouveau-nés (de moins d'un mois) et les femmes enceintes et allaitantes devraient recevoir une seule dose.

TABLEAU 5. Dose unique recommandée de KI selon le groupe d'âge

GROUPE D'ÂGE	QUANTITÉ RECOMMANDÉE D'IODE ÉLÉMENTAL (mg)[1]	DOSE CORRESPONDANTE D'IODURE DE POTASSIUM (KI) (mg)
Adultes et adolescents (de plus de 12 ans), dont les femmes enceintes et allaitantes	100	130
Enfants (3–12 ans)	50	65
Jeunes enfants (1 mois à 3 ans)	25	32
Nouveau-nés (< 1 mois)	12.5	16

7.1.4 Résultat

L'administration du KI devrait prendre fin lorsque l'air extérieur ne contient plus d'iode radioactif en quantités importantes, c.-à-d. que la dose à la thyroïde issue de l'exposition à l'iode radioactif est inférieure aux critères génériques.

7.2 Mise à l'abri

La mise à l'abri utilise la structure d'un bâtiment pour réduire l'exposition à un panache aéroporté ou à des matières radioactives déposées sur le sol (CIPR 2009). À tout le moins, les gens à qui l'on dit de se mettre à l'abri devraient rester à l'intérieur, fermer leurs fenêtres et leurs portes, fermer les systèmes de ventilation menant vers l'extérieur et porter attention aux messages des autorités d'urgence. Il est recommandé de se mettre à l'abri dans le sous-sol d'une maison ou les étages du milieu d'un bâtiment à plusieurs étages, loin des murs ou du toit.

---

[1] Un comprimé de 65 milligrammes (mg) de KI contient 50 mg d'iode stable.

7.2.1 Mise en œuvre

La mise à l'abri peut être une mesure de protection efficace à court terme, mais elle ne doit pas durer plus que quelques jours. Elle devrait être envisagée comme possibilité dans des situations où les risques associés à l'évacuation dépassent les avantages, par exemple, lorsque l'état des routes n'est pas sécuritaire ou lorsque le danger radiologique est de courte durée. Dans certains cas, comme celui des hôpitaux et des installations de soins de longue durée, le besoin de se mettre à l'abri est bien indiqué à l'avance et des actions en ce sens devraient être intégrées à la stratégie de protection. Dans d'autres cas, la décision de se mettre à l'abri peut être prise par les autorités en fonction des conditions prévalentes de l'urgence. La mise à l'abri peut être entreprise en tant que mesure indépendante ou de concert avec d'autres actions protectrices comme le BFT.

Idéalement, la mise à l'abri devrait être mise en place avant un rejet de matières radioactives. Parmi les exemples de situation où la mise à l'abri devrait être envisagée figurent :

- Les rejets sont principalement constitués de gaz nobles ou de radioisotopes de courte durée12;
- Des situations où une évacuation est peut-être requise, mais ne peut être mise en branle avant un rejet prévu ou; et
- Des situations où les risques de rester en place sont estimés inférieurs à ceux d'une évacuation, où tous les risques sont considérés (p. ex. mauvaises conditions météorologiques ou transport de patients de soins critiques).

Pendant l'ordonnance de mise à l'abri, les autorités d'intervention d'urgence devraient fournir de l'information sur la situation et d'autres instructions au moyen des canaux de communication établis.

7.2.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

La mise à l'abri est jugée moins perturbatrice que les autres actions protectrices , comme une évacuation, mais laisse les personnes dans une situation d'exposition potentielle au rayonnement. Si l'inconfort personnel augmente avec la durée de l'ordonnance de la mise à l'abri, les risques physiques connexes ne seront probablement pas significatifs.

L'efficacité de la mise à l'abri pour réduire la dise dépend du type de bâtiment, de sa taille et des matériaux de construction. Des exemples de facteurs de réduction de la dose attribuables à différents types de bâtiments se trouvent dans le document de l'AIEA, ERP-NPP-PPA, *Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor* (anglais seulement) (AIEA 2013), parmi d'autres références.

Il peut être difficile pour certaines populations (p. ex. certains patients hospitalisés) d'évacuer. Ainsi, la mise à l'abri pourrait être privilégiée. Ces types de populations vulnérables et le personnel qui doit en prendre soin devraient être identifiés avant une urgence, dans la mesure du possible, car des travailleurs pourraient devoir être désignés et formés en tant que travailleurs d'urgence hors site.

7.2.3 Résultats

Une ordonnance de mise à l'abri ne devrait pas se prolonger sur plus de deux jours, car il s'agit de la période maximum où l'on peut habituellement s'attendre à ce que les gens restent à l'intérieur. Après cette période, ils pourraient devoir aller chercher des provisions ou vouloir s'échapper d'une situation d'oppression et stressante. Si les niveaux de rayonnement extérieurs sont toujours élevés après deux jours, le relogement devrait être envisagée.

Après la confirmation que le panache radioactif est passé et que les concentrations dans l'air extérieur ont chuté, il faut demander aux gens d'ouvrir leurs fenêtres et leurs portes et de reprendre la ventilation pour réduire la radioactivité aéroportée qui pourrait être emprisonnée à l'intérieur.

---

12 À condition que la dose résiduelle de toutes les voies d'exposition puisse être conservée sous le niveau de référence, et que la population ne doit pas rester à l'abri plus de deux jours consécutifs.

7.3 Évacuation

On entend par évacuation le retrait urgent d'un groupe de personnes d'un endroit donné pour réduire l'exposition à court terme à la radioactivité libérée pendant une urgence nucléaire. On demande aux personnes touchées de quitter un secteur ou une zone défini de façon urgente, mais contrôlée, pendant une période limitée. Des centres d'évacuation sont établis pour offrir un logement temporaire.

7.3.1 Mise en œuvre

Idéalement, l'évacuation devrait être entamée avant le rejet de matières radioactives, car l'évacuation a le potentiel d'éviter la totalité ou la quasi-totalité de l'exposition au rayonnement si elle est menée avant le rejet. En général, l'évacuation n'a pas lieu pendant le passage d'un panache. Dans ce dernier cas, la mise à l'abri est utilisée en tant que mesure temporaire, suivie d'une évacuation, si la situation s'y prête. L'évacuation peut être mise en place pendant un rejet si elle touche un petit nombre de personnes, si elle peut être effectuée de façon sécuritaire et si les doses qui seraient reçues pendant l'évacuation sont inférieures aux doses qui seraient reçues si les personnes restaient sur place. Si l'évacuation se produit pendant le rejet, des mesures de surveillance de la population et de gestion médicale devront être prises.

7.3.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

L'évacuation fait partie des actions protectrices les plus perturbatrices. Les risques et les inconvénients pour les évacués comprennent les accidents pendant le transport, l'anxiété, être séparé des membres de leur famille et une exposition possible à de mauvaises conditions météorologiques et d'autres catastrophes concurrentes. Les évacuations touchent aussi les milieux qui reçoivent les évacués. Enfin, des actions doivent être en place pour assurer la sécurité et la protection des personnes pour qui l'évacuation est déconseillée (dont les populations vulnérables) et de l'infrastructure et des biens laissés derrière.

Les actions prises en réponse à des urgences précédentes à grande échelle, comme des événements météorologiques, montrent que des évacuations de grands nombres de personnes peuvent se dérouler de façon sécuritaire et rapide. C'est entre autres grâce à l'existence de systèmes élaborés d'autoroutes autour de la plupart des villes d'Amérique du Nord, assortis à des arrangements de gestion de la circulation et au fait que de nombreuses personnes ont accès à une automobile, ce qui facilite l'autoévacuation. Les planificateurs d'urgence doivent voir à ce qu'un mode de transport soit à la disposition des évacués qui n'ont pas accès à des véhicules privés et pour que ces arrangements soient communiqués à ces personnes avant une urgence nucléaire.

Pour éviter le besoin de devoir déplacer de façon urgente des gens à plus d'une reprise en situation d'urgence, les évacués devraient être dirigés à des endroits où les niveaux de contamination devraient rester bien inférieurs aux NOI.

7.3.3 Résultat

On devrait laisser les évacués retourner chez eux lorsque la contamination dans la région touchée a été évaluée et qu'on ait déterminé qu'elle respecte les critères de la réinstallation. Ces critères comprennent la confirmation qu'il n'y a plus de menace de rejet d'une matière radioactive, que la situation qui a donné lieu à l'urgence est stable et que la dose résiduelle pour les personnes qui retournent ne dépassera pas la limite supérieure de référence du CIPR pour des situations d'exposition existantes (comme 20 mSv/a).

Sept jours sont considérés comme la période la plus longue où on peut loger des gens dans un logement temporaire, comme des centres d'évacuation d'urgence. Par conséquent, la surveillance et les évaluations de doses à l'appui des décisions qui entourent la réinstallation devraient être des activités prioritaires pour les autorités responsables. Si l'évaluation de la situation indique que les critères de réinstallation ne seront pas respectés avant un bon moment, les personnes déplacées pourraient avoir besoin d'aide pour se préparer pour une absence prolongée de leur résidence, dont la collecte de possessions importantes ou la prise en charge des animaux.

7.4 Relogement temporaire

Le relogement temporaire est le retrait non urgent d'un groupe de personnes d'un endroit donné pour éviter une exposition à plus long terme à la contamination au sol. En comparaison, l'évacuation est le retrait urgent de personnes pour réduire l'exposition au rayonnement à court terme (menacée ou réelle). L'évacuation peut passer à un relogement temporaire si la surveillance post-rejet indique que la réinstallation immédiate est impossible.

Des ordonnances de relogement temporaire peuvent être en place pendant des mois, voire plus longtemps. Le relogement temporaire devrait passer à la **réinstallation permanente** si des évaluations détaillées indiquent que la réinstallation ne sera pas possible dans l'année.

7.4.1 Mise en œuvre

La décision de relocaliser temporairement devait reposer sur les données de surveillance recueillies à la suite du rejet de la radioactivité. Pour faciliter la prise de décisions rapide, des stratégies de protection devraient comprendre des plans et des mécanismes d'établissement de priorités de surveillance, d'échange de données de surveillance et d'interprétation des résultats dans le contexte des actions protectrices.

Avec le temps, à mesure que les gens sont relocalisés depuis les zones les plus contaminées, les critères génériques et les NOI pour le relogement temporaire devraient diminuer progressivement jusqu'à ce que la dose résiduelle annuelle de la population restante ne dépasse pas la limite supérieure de référence de la CIPR pour les situations d'exposition existantes (20 mSv/a).

Dans les endroits où les débits de dose ambiante dépassent le NOI 2_γ mais se trouvent sous le NOI 1_γ les autorités peuvent autoriser les résidents à prendre du temps (de l'ordre de quelques jours) pour se préparer pour une absence prolongée.

7.4.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

Comme dans le cas de l'évacuation, le relogement temporaire est une mesure de protection hautement perturbatrice, mais la période prolongée permet habituellement de l'exécuter de façon plus ordonnée et contrôlée qu'une évacuation. Le risque physique d'un relogement temporaire est donc inférieur, mais le stress et l'anxiété, eux, peuvent demeurer élevés, car les gens se trouvent dans une situation de transition pendant une période incertaine. Les coûts économiques sont également considérables, car le relogement perturbe l'activité économique et sociale normale dans les zones contaminées. La planification d'un relogement temporaire devrait comprendre des arrangements pour un logement de substitution pour la population déplacée et pour les intégrer dans leur nouveau milieu, les écoles et d'autres services sociaux. Elle pourrait également comprendre le relogement ou la compensation d'entreprises et de fabriques.

7.4.3 Résultat

La période associée à un relogement temporaire est variable. À mesure que le temps passe, des évaluations de dose plus justes seront effectuées. Si les conditions radiologiques exigent que la période de relogement temporaire s'étende au-delà d'un an, le relogement pourrait être en voie de devenir permanente. En plus des conditions radiologiques, la décision de retourner les populations dans leur résidence après un relogement temporaire ou d'entreprendre une réinstallation permanente exigera une étude approfondie de nombreux facteurs socioéconomiques et de l'engagement des milieux touchés.

7.5 Restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable, de lait et d'autres aliments et boissons potentiellement contaminés

Pour éviter ou réduire les doses attribuables à la consommation d'aliments contaminés, des restrictions devraient être imposées sur l'eau potable, le lait et autres aliments et boissons qui pourraient avoir été contaminés. Ces restrictions s'appliquent aux aliments qui pourraient avoir été contaminés par du matériel radioactif au moment de l'urgence, ou qui continuent d'être produits dans les zones contaminées. Il convient de noter que les aliments protégés pendant l'urgence de façon à ne pas pouvoir devenir contaminés (comme les aliments conditionnés, rangés dans le garde-manger, le réfrigérateur ou le congélateur) seraient probablement toujours considérés propres à la consommation. Pour déterminer si l'eau potable,

le lait et les autres aliments et boissons sont propres au commerce international, les valeurs de référence établies par la Commission du Codex Alimentarius (Codex, 2010) devraient être consultées et le seront en cas de conflits commerciaux qui entourent les différences entre les lignes directrices nationales.

7.5.1 Mise en œuvre

Les actions de prévention de la consommation d'eau potable, de lait et autres aliments et boissons pour ainsi prévenir l'entrée d'aliments contaminés dans le système de distribution devraient être misent en place dès le commencement de l'urgence. Des actions protectrices des aliments et de l'eau contre la contamination, comme déplacer les animaux au pâturage à l'intérieur et leur donner de la nourriture non contaminée, devraient également être envisagées si les circonstances qui prévalent le permettent.

Des contraintes additionnelles devraient être mises en place en fonction des données de surveillance recueillies à la suite du rejet de radioactivité, en commençant par les débits de dose mesurés à partir du sol (selon le $NOI3_1$), suivis de mesures de laboratoire plus détaillées. Pour faciliter la prise de décisions plus rapides, des stratégies de protection devraient comprendre des plans et des mécanismes d'établissement de priorités de surveillance, de partage de données de surveillance et d'interprétation des résultats dans le contexte d'actions protectrices.

Des arrangements pourraient être nécessaires pour remplacer des produits de base essentiels comme de l'eau potable et certains produits agricoles.

7.5.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

L'AIEA (2013) déclare que des restrictions ne devraient pas être imposées si elles sont susceptibles de causer la malnutrition ou autres conséquences pour la santé. Dans la plupart des régions du Canada, ceci ne sera probablement pas un problème, car la fraction d'aliments cultivés et consommés localement est assez faible; cependant, des actions spéciales pourraient s'avérer nécessaires si des milieux éloignés sont touchés.

Des restrictions pourraient être en place pendant des périodes prolongées. En plus de la contamination immédiate par le dépôt, la radioactivité peut être transportée dans les aliments par différentes voies, comme l'intégration par les plantes qui poussent dans le sol contaminé, l'ingestion de fourrage contaminé par le bétail ou la bioaccumulation plus haut dans la chaîne alimentaire (comme dans le poisson). Par conséquent, des programmes d'échantillonnage et d'analyse devraient être préparés pour pouvoir fonctionner tout au long de la transition vers le rétablissement, voire peut-être plus longtemps encore.

7.5.3 Résultat

Les restrictions devraient rester en place tant que l'échantillonnage et les analyses indiquent des niveaux de contamination radioactive supérieurs aux NOI 5 et 6. Le processus qui consiste à lever des restrictions sur la distribution et l'ingestion d'eau potable, de lait et autres aliments et boissons potentiellement contaminés pourrait également dépendre d'autres facteurs socioéconomiques, comme des questions de commerce international. Ces types de restriction pourraient s'étendre sur des années, potentiellement jusqu'à la période de rétablissement.

7.6 Décontamination personnelle

La décontamination personnelle est le retrait ou la réduction physiques de la contamination radioactive externe sur une personne[13]. Elle peut comprendre le retrait des vêtements contaminés, la prise d'une douche ou autres types de nettoyage. Les actions de réduction des niveaux de contamination interne sont abordées à la section 7.7.

---

[13] Décontaminer la zone et les infrastructures touchées font partie de la période de rétablissement et dépasse la portée de ce document.

7.6.1 Mise en œuvre

La décontamination personnelle pour des besoins de protection de la santé doit être offerte pour des personnes qui sont à risque d'être fortement contaminées, comme ce pourrait être le cas si les stratégies de protection échouaient. La décision de tenter une décontamination *in situ* devrait reposer sur la connaissance de la situation d'exposition et les niveaux de contamination établis pour la personne touchée. Si la contamination de la peau est la principale préoccupation, une décontamination rapide devrait être la priorité.

Si une décontamination personnelle est effectuée, les vêtements contaminés devraient être retirés et la peau contaminée devrait être lavée, à répétition au besoin. Les autorités devraient prévoir l'établissement de sites de décontamination dans des endroits non contaminés situés près d'établissement possédant des douches Si un tel site ne peut être établi en temps opportun, des installations et l'équipement nécessaire pour la mise en œuvre d'autres méthodes de décontamination, comme se déshabiller et se laver avec une serviette humide, devraient être offerts.

L'autodécontamination n'est pas indiquée pour les personnes qui dépassent le $NOI4_7$.

7.6.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

Les risques associés à la décontamination personnelle comprennent le risque de propager par inadvertance la contamination au personnel, aux installations, à l'équipement ou à des parties du corps qui n'étaient pas contaminées auparavant. Des protocoles adéquats de décontamination et du personnel désigné à l'avance et formé à cette fin sont essentiels pour réduire au minimum la contamination croisée.

Parmi d'autres facteurs de décontamination se trouvent la question de décontamination des populations vulnérables comme les enfants ou les personnes handicapées et la prise en compte des besoins sociaux ou culturels liés à la vie privée.

Une évaluation de la contamination interne est requise pour ceux chez qui on soupçonne une contamination interne par des matières radioactives afin de cerner le ou les radionucléide(s) et de quantifier l'incorporation. Parmi les stratégies de protection devraient se trouver des actions pour voir à ce que ce type de suivi soit offert au besoin.

Des techniques d'évaluation interne, comme les bioessais, offrent une estimation juste de la contamination interne, mais pour ce faire, il faut recueillir un échantillon d'urine ou de selles peu de temps après la contamination et l'envoyer à un laboratoire spécialisé en vue d'analyses. Parmi les techniques de mesure directe de la radioactivité chez les personnes contaminées (*in vivo*) se trouvent des mesures anthroporadiométriques pulmonaires, de corps entier ou de la thyroïde.

7.6.3 Résultat

La décontamination personnelle peut prendre fin lorsque les niveaux cutanés mesurés sont inférieurs au $NOI4_7$, ou lorsque des lavages répétitifs deviennent inefficaces.

Si la mesure de la contamination radioactive demeure élevée après plusieurs tentatives de décontamination, ou si le scénario d'exposition donne à penser que la contamination interne est probable, la personne devrait subir une évaluation de la contamination interne et éventuellement faire l'objet d'un suivi médical. Même si les mesures externes chutent sous le $NOI4_7$ après la décontamination, les autorités et les responsables de la santé publique devraient déterminer si une évaluation approfondie est nécessaire, en fonction du scénario d'exposition.

7.7 Suivi médical

Le suivi médical est le processus qui consiste à enregistrer les patients dont l'exposition ou l'incorporation étaient considérables, les consigner par écrit, traiter la contamination interne le cas échéant et mettre en place un plan de surveillance à long terme pour détecter et traiter efficacement les effets sur la santé induits par le rayonnement. Le traitement de la contamination interne peut comprendre l'administration de différents agents pour éviter l'absorption, réduire l'incorporation ou augmenter l'excrétion de matières radioactives de l'organisme.

7.7.1 Mise en œuvre

L'enregistrement de personnes dont on soupçonne ayant reçu d'importantes doses aussi rapidement que possible dans l'intervention d'urgence est extrêmement important pour cerner les personnes qui pourraient avoir besoin d'un suivi médical.

Pour être efficace, le traitement de la contamination interne devrait se faire dès que possible à la suite de l'exposition au rayonnement; cependant, tout traitement devait être envisagé uniquement à la suite de la recommandation d'un professionnel de la santé qualifié.

7.7.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

Parmi les facteurs de traitement de la contamination interne se trouvent les cas où l'utilisation d'un agent en particulier est contre-indiquée ou pourrait ne pas être avantageux si trop de temps c'est écoulé. . Le traitement de la contamination interne pourrait ne pas être possible dans tous les cas. Un suivi médical pourrait se poursuivre pendant une longue période et être coûteux. Il faudrait en tenir compte pendant l'étape de la préparation.

7.7.3 Résultat

Les divers aspects du suivi médical peuvent se produire sur différentes périodes. L'enregistrement des personnes devrait se poursuivre au moins jusqu'à ce que toutes les personnes qui dépassent le critère générique pour le suivi médical ont été identifiées et l'information qui les concerne, recueillie[14]. Toute personne ayant subi une contamination interne devrait participer au suivi médical dans la mesure du possible. Si un suivi futur pour détecter et traiter efficacement les effets sur la santé induits par le rayonnement est mis en place, il peut se poursuivre pendant de nombreuses années, potentiellement pour toute la vie de la personne concernée.

7.8 Restriction des activités pour les travailleurs hors site

Cette mesure de protection protège individuellement les travailleurs en les retirant du service actif dans des endroits contaminés une fois qu'ils ont dépassé le critère générique des travailleurs hors site.

7.8.1 Mise en œuvre

Les travailleurs d'urgence hors site devraient être informés clairement et exhaustivement à l'avance des risques potentiels de l'exposition au rayonnement.

Cette mesure de protection est mise en place en fonction des doses aux travailleurs mesurées. Afin de réduire la probabilité qu'un travailleur dépasse ce critère générique, les autorités devraient s'assurer que des pratiques efficaces de gestion de dose sont en place, dont toute la formation et tout l'équipement nécessaires. Les doses absorbées ou reçues par contamination de la peau devraient être évitées par la prise d`actions de prévention, comme le port de l'équipement de protection individuelle (EPI) approprié. Dans des circonstances où les travailleurs pourraient être exposés à de l'iode radioactif, le BFT devrait également être envisagé.

L'exposition externe devrait être surveillée avec des dosimètres personnels, calibrés pour mesurer un équivalent de dose individuel à 10 mm ($Hp(10)$). Un approvisionnement en dosimètres, idéalement, d'un fournisseur de service de dosimétrie autorisé, devrait être conservé, testé régulièrement et calibré de façon à ce qu'ils soient prêts à être utilisés pendant une urgence nucléaire.

Les doses reçues par les travailleurs d'urgence devraient être notées et signalées aux travailleurs, en plus de tout renseignement qui concerne les risques pour la santé (AIEA 2014).

Des contrôles administratifs comme les **limites de retrait**, les **périodes d'irradiation** et de l'EPI et des procédures de contrôle de la contamination appropriés, devraient faire partie du programme de gestion de dose.

---

[14] À des fins épidémiologiques, les autorités pourraient envisager d'élargir le registre pour y ajouter les données sur l'exposition de personnes autres que celles qui ont besoin d'un suivi à des fins médicales.

Plus de détails sur les exigences de planification pour les travailleurs d'urgence hors site se trouvent dans le document de l'AIEA *Préparation et conduite des interventions en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique*, N° GSR Part 7 (AIEA 2015a) et la norme CSA N1600-16 : *Exigences générales relatives aux programmes de gestion des urgences nucléaires* (CSA 2016).

7.8.2 Analyse des risques par rapport aux avantages

De l'EPI approprié devrait être porté lorsqu'il y a un risque de contamination interne ou cutanée. Cependant, porter de l'EPI peut augmenter les risques non radiologiques comme le stress thermique ou des erreurs causées par une visibilité réduite. Ces risques devraient être gérés par du personnel de santé et sécurité sur place.

Certains travailleurs peuvent recevoir des doses hors des heures de travail s'ils habitent la région touchée. Dans ces cas, les doses pour les personnes issues de tout scénario d'exposition devraient être évaluées et gérées de façon à ce qu'elles ne dépassent pas le niveau de référence de l'urgence.

7.8.3 Résultat

Les restrictions sur les activités individuels de travailleurs qui ont dépassé le critère générique devraient rester en vigueur pendant la durée de l'intervention d'urgence.

ANNEXE A : ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
BFT	blocage de la fonction thyroïdienne
Bq	becquerel
CANDU	Canada Deutérium Uranium
CCSN	Commission canadienne de sûreté nucléaire
CIPR	Commission Internationale de Protection Radiologique
CMA	Concentration maximale acceptable
CSA	Association canadienne de normalisation
DDR	Dispositif de dispersion radiologique
E	dose efficace
EPI	Équipement de protection individuelle
FEN	Fonction de l'énergie nucléaire
GSR	Exigences de sûreté générales (AIEA)
H(10)*	équivalente de dose ambiante à 10 mm de profondeur
$H_p(10)$	équivalent de dose individuel at à 10 mm de profondeur
H_{foetus}	dose équivalente pour le fœtus
$H_{thyroide}$	dose équivalente pour la thyroïde
ICRU	Commission internationale des unités et des mesures de radiation
KI	Iodure de potassium
µSv/h	microsievert par heure
mSv	millisievert
NOI	Niveau opérationnel d'intervention
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PFIU	Plan fédéral d'intervention d'urgence
PFUN	Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire
RELP	Réacteur à eau lourde sous pression
REO	Réacteur à eau ordinaire
SC	Santé Canada
Sv	sievert

ANNEXE B : GLOSSAIRE

Agent de blocage de la fonction thyroïdienne stable : Administration d'iode stable pour bloquer l'intégration d'iode radioactif inhalé ou ingéré dans la glande thyroïde. Également appelé blocage de la fonction thyroïdienne.

Blessures déterministes graves : Ce terme désigne des blessures directement attribuables à des niveaux élevés d'exposition au rayonnement. Elles sont irréversibles et entravent gravement la qualité de vie des personnes (CIPR 2009). Il s'agit d'un sous-ensemble de réactions tissulaires.

Critères génériques : Niveaux de dose où des actions protectrices devraient être prises. Il s'agit également des valeurs utilisées dans l'établissement des NOI.

Dose absorbée : Quantité de dose qui décrit l'énergie transférée à la matière.

Dose efficace : Calcul du produit de la dose équivalente dans un tissu et du facteur de pondération tissulaire, additionné pour tous les tissus et organes de l'organisme considérés sensibles à l'induction d'effets stochastiques. Habituellement utilisée pour représenter la dose pour l'organisme entier.

Dose engagée : Dose de l'incorporation de radionucléides (contamination interne). Les radionucléides incorporés dans l'organisme irradient les tissus sur des périodes déterminées par leur demi-vie physique et leur rétention biologique dans l'organisme. La dose engagée d'un radionucléide incorporé est la dose totale qui serait acheminée vraisemblablement dans une période précise. La dose équivalente engagée est la dose engagée dans un tissu ou un organe. La dose *efficace* engagée est le produit de la dose équivalente engagée et du facteur de pondération tissulaire, additionnée pour tous les tissus et organes dans l'organisme qui sont considérés sensibles à l'induction d'effets stochastiques. La CIPR recommande une période d'engagement de 50 ans pour les adultes et de 70 ans pour les jeunes enfants et les enfants (tiré de la CIPR 2007).

Dose équivalente : Mesure de la dose de rayonnement pour un tissu en particulier, compte tenu de l'efficacité biologique relative du type de rayonnement ionisant et calculée en multipliant la **dose absorbée** par l'organe par le facteur de pondération du rayonnement.

Dose évitée : La dose qui peut être évitée par la mise en place d'actions protectrices.

Dose prévisible : La dose qui serait vraisemblablement reçue par suite d'une situation d'exposition d'urgence si les actions protectrices prévues n'étaient pas prises.

Dose résiduelle : La dose qui sera vraisemblablement reçue après que les actions protectrices prévues auront été mises en place. Il s'agit de la dose efficace de toutes les voies d'exposition après la mise en place d'une stratégie de protection optimisée et de la quantité comparée avec le niveau de référence approprié lors de la sélection et de l'évaluation des stratégies de protection. Elle peut être évaluée en estimant l'exposition pendant la planification des interventions d'urgence (comme la différence entre la dose prévisible et la dose évitée, en mettant en place une mesure de protection ou une combinaison de mesures), ou en mesurant ou en calculant la dose réelle après qu'une situation d'exposition d'urgence s'est produite. (CIPR 2009)

Effets stochastiques : Terme utilisé pour désigner les effets du rayonnement ionisant sur la santé, comme le cancer ou les maladies héréditaires, présentant un risque statistique et pour lesquels aucun seuil n'a été établi. Pour ces maladies, la probabilité d'incidence augmente proportionnellement à la dose de rayonnement reçue : plus la dose est élevée, plus la probabilité d'incidence est grande. La gravité de l'effet est cependant indépendante de la dose.

Équipement de protection individuelle : Vêtements ou autre équipement spécialisé conçu pour prévenir ou réduire l'exposition à des matières radioactives.

Équivalent de dose ambiante ($H^*(d)$) : Quantité de mesure environnementale opérationnelle pour un rayonnement fortement pénétrant. Il s'agit de la mesure de la dose équivalente qui serait produite par un champ de rayonnement uniforme et unidirectionnel dans la sphère équivalente de tissu de l'ICRU à une profondeur d (ICRU, 1988). Habituellement exprimée pour une profondeur de tissu de d = 10 mm.

Équivalent de dose individuel (Hp(d)) : Quantité opérationnelle pour la surveillance individuelle. L'équivalent de dose dans les tissus mous (sphère de l'ICRU) inférieur à un point indiqué sur le corps à une profondeur appropriée (d). Pour des organes profonds et le contrôle de la dose efficace, une profondeur de 10 mm est utilisée (ICRU, 1988).

Évacuation : Dans ce document, l'évacuation est une mesure de protection ciblée pour le déplacement contrôlé de la population d'un endroit qui a été contaminé ou qui pourrait l'avoir été par des substances radioactives pour éviter l'exposition (selon la CSA 2016).

Gestion de la dose : Comprend les contrôles administratifs visant à limiter les doses, à surveiller les doses et à noter les doses reçues par les travailleurs d'urgence pendant qu'ils s'acquittent de leurs obligations liées à l'intervention à une urgence nucléaire (ou d'autres personnes à qui la gestion de la dose pourrait s'appliquer).

Ingestion accidentelle : Ingestion accidentelle de radionucléides par suite d'avoir mangé, bu ou fumé avec des mains contaminées.

Iodure de potassium (KI) : Substance qui contient de l'iode stable utilisée pour prévenir ou éviter l'intégration d'iode radioactif par la thyroïde. Habituellement offert sous forme de comprimé/pilule à ingérer. Le KI est un exemple dagent bloqueur de la fonction thyroïdienne.

Limites de retrait : Taux de dose prédéterminé utilisé pour gérer l'exposition dans une zone contaminée. Lorsqu'un travailleur d'urgence hors site se trouve dans un lieu qui dépasse les limites de retrait, il doit automatiquement quitter les lieux.

Matière radioactive : Substances nucléaires définies dans la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (2000).

Mesure de protection : Mesure prise pour réduire les doses de rayonnement qui pourraient être reçues par la population ou les travailleurs d'urgence hors site **à la** suite d'une urgence nucléaire. On l'appelle parfois mesure de compensation ou protectrice (adapté de la CSA 2016). Dans ce document, il faut comprendre que les références à la mise en œuvre d'actions protectrices comprennent la mise en œuvre d'interventions connexes, comme la notification.

Mise à l'abri : Actions protectrices ciblée qui consiste à se réfugier immédiatement dans une structure close afin de se protéger contre un panache aéroporté, des radionucléides déposés ou les deux (CSA 2016).

Niveau de référence : Le niveau de dose au-dessus duquel il est jugé inapproprié de permettre des expositions et en dessous duquel l'optimisation de la protection devrait être mise en place. Pour les situations d'exposition d'urgence, le niveau de référence recommandé par la CIPR est de 20 mSv – 100 mSv (CIPR 2007). Dans ce document, les critères génériques et les NOI sont réglés pour la valeur supérieure de cet intervalle.

Niveau opérationnel d'intervention : Quantité calculée ou dérivée qui correspond à un critère générique et au-dessus de laquelle une mesure de protection précise est généralement justifiée. Les mesures environnementales, les mesures des niveaux de contamination parmi les populations touchées ou les mesures de laboratoire peuvent être directement comparées aux NOI.

Période d'irradiation : La durée maximale calculée où un travailleur peut rester à un même endroit à un débit de dose ambiante donné sans dépasser un niveau de dose précis.

Personne représentative : Personne qui, en raison des caractéristiques, habitudes et lieux de résidence qui lui sont propres, représente les individus les plus exposés dans la population.

Réactions tissulaires : Effets sur la santé induits par le rayonnement, dont des mutations cellulaires et tissulaires, qui sont inévitables chez une personne exposée à une dose de rayonnement supérieure à une dose seuil, dont la gravité augmente avec la dose. (CIPR 2012a).

Réinstallation permanente : Relogement permanente de la population vers un nouvel emplacement si son milieu résidentiel est contaminé au-delà des limites acceptables et que les efforts de décontamination ne sont pas en mesure de rétablir des conditions habitables.

Relogement temporaire : Retrait non urgent ou exclusion prolongée de personnes d'une zone contaminée pour éviter l'exposition chronique pour une période définie (jusqu'à un an ou deux, tant qu'un retour éventuel est envisageable). La relogement temporaire peut être une continuation de la mesure de protection urgente qu'est l'évacuation (AIEA 2007).

Stratégie de protection : Une stratégie de protection décrit ce qu'il faut faire et comment le faire pour atteindre les objectifs d'une intervention d'urgence nucléaire, compte tenu de tous les risques, contraintes et autres facteurs à gérer.

Suivi médical : Le processus d'enregistrement et de consignation écrite de l'exposition et des intégrations des individus, le traitement de la contamination interne, si la situation s'y prête et le suivi futur pour détecter et traiter efficacement les effets du rayonnement sur la santé.

Surveillance de la population : Mesure de la contamination radioactive interne/externe sur ou chez les individus qui ont peut-être été exposés par suite d'une urgence nucléaire.

Travailleur d'urgence hors site : Personne qui a des tâches précises en tant que travailleur en réponse à une urgence nucléaire qui : est tenu de rester dans des endroits touchés ou susceptibles d'être touchés par un accident nucléaire ou d'y entrer, pourrait être exposé pendant l'exécution de ses tâches et pour qui des actions protectrices spéciales sont requises. Cela pourrait comprendre des agents de police, des pompiers, du personnel médical, des conducteurs et des équipes dans des véhicules d'évacuation et sur le terrain.

Urgence nucléaire : Situation non routinière qui exige une intervention rapide afin d'atténuer un danger radiologique qui pourrait se solder par des conséquences indésirables pour la santé et la sécurité humaines, la qualité de vie, les biens ou l'environnement (CIPR 2007). Dans ce document, le terme « urgence nucléaire » est utilisé pour désigner les urgences nucléaires et radiologiques.

Zones de planification des actions protectrices urgentes : Zones où la mise en place d'actions opérationnelles et protectrices pourrait être requisent pendant une urgence nucléaire, afin de protéger la santé et la sécurité du public et l'environnement (CSA 2016).

ANNEXE C : SURVOL DE LA GESTION DES URGENCES AU CANADA

Il importe de cadrer le document dans le contexte de la gestion globale des urgences au Canada. *Un cadre de sécurité civile pour le Canada* (SP 2017) indique que la gestion des urgences comprend quatre composantes interdépendantes (également désignées en tant que quatre piliers de la gestion des urgences[15]) qui peuvent être définies ainsi (SP 2017; OCDE 2010) :

- **Prévention et atténuation :** Actions prises pour éviter l'occurrence d'un accident potentiel ou en réduire les effets.
- **Préparation :** Actions prises à l'étape de la préparation pour être prêt à intervenir à une urgence, dont l'évaluation de menaces et de risques potentiels et l'élaboration de plans, procédures et capacités connexes.
- **Intervention :** Actions prises pour agir en situation d'urgence, dont la mise en branle de l'intervention, la gestion de crise, la gestion des conséquences et la transition vers le rétablissement.
- **Rétablissement :** Actions prises pour restaurer ou rétablir les conditions de vie du milieu à un niveau acceptable après une catastrophe, par diverses mesures dont la transition vers une nouvelle vie normale. La réhabilitation à long terme et l'examen des leçons apprises font partie du rétablissement.

Si ce document ne porte pas sur la prévention et l'atténuation d'urgences nucléaires, il sera tout de même utile pour les autorités d'intervention d'urgence qui participent à la préparation et à l'intervention aux situations d'urgence. De plus, même si le document ne porte pas expressément sur le rétablissement, certaines des recommandations d'actions protectrices mises en place pendant l'étape de l'intervention d'urgence, comme la relogement temporaire et la restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable et d'aliments potentiellement contaminés, peuvent continuer de s'appliquer pendant que les collectivités font la transition depuis l'état d'urgence vers une situation d'exposition à long terme.

C1. Rôles et responsabilités liés à la préparation et à l'intervention à une urgence nucléaire au Canada

La préparation et l'intervention à une urgence nucléaire au Canada sont des responsabilités partagées entre administrations et tous les ordres de gouvernement; cependant, les gouvernements provinciaux et fédéral ont la principale responsabilité de protéger la santé et la sécurité publiques et l'environnement dans leurs frontières. En effet, les gouvernements provinciaux et territoriaux sont responsables des décisions sur les actions protectrices, dont l'élaboration et l'application de critères pertinents pour la prise de décisions. La santé et sécurité au travail des travailleurs d'urgence hors site reviennent aux employeurs, comme le décrivent le *Code canadien du travail* (1985) ou les lois provinciales pertinentes.

À l'échelon fédéral, le *Plan fédéral d'intervention d'urgence* (PFIU) tous risques du gouvernement du Canada décrit les processus et les mécanismes visant à faciliter une réponse intégrée du gouvernement du Canada à une urgence (SP 2011b). Il est conçu pour harmoniser les efforts d'intervention d'urgence du gouvernement fédéral avec ceux des gouvernements provinciaux et territoriaux, des organismes non gouvernementaux et du secteur privé. Le *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire* (PFUN) est une annexe propre aux événements au PFIU (SC 2014a). Le PFUN contient les arrangements supplémentaires interministériels et interorganisationels nécessaires pour aborder les aspects scientifiques et techniques d'une intervention à une urgence nucléaire. En plus de responsabilités fédérales précises, le gouvernement fédéral, aux termes du PFUN, coordonne l'intervention des provinces et territoires dans une urgence nucléaire et leur offre du soutien. Santé Canada est responsable de l'administration du PFUN.

Conformément à la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (2000), les exploitants d'installations nucléaires sont responsables de la gestion des urgences sur place, dont la santé et la sécurité au travail des travailleurs d'urgence sur place, réglementée par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Des navires étrangers à propulsion ou à capacité nucléaire invités au Canada sont expressément exclus à l'article 6 de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (2000).

---

[15] Certaines administrations parlent des cinq piliers de gestion des urgences, car la prévention et l'atténuation sont considérées en tant que deux piliers distincts (GMUO, 2010).

La protection des travailleurs d'urgence sur place dans les ports qui sont visités par ces navires étrangers est décrite dans le document *Directives et ordres en matière de sûreté nucléaire* (2009) publiés sous l'autorité du directeur de la sûreté nucléaire du ministère de la Défense nationale, aux termes de la *Directive et ordonnance administrative de la défense 4002-0 Réglementation et contrôle de la technologie nucléaire* (MDN 2000).

C2. Rôles et responsabilités liés à la salubrité alimentaire au Canada

Au Canada, la salubrité alimentaire est une responsabilité intergouvernementale partagée par tous les ordres de gouvernement. En tant que composante de la préparation et de l'intervention aux urgences nucléaires, les gouvernements provinciaux, territoriaux et municipaux ont la principale responsabilité de prendre des décisions sur des actions protectrices dans la région touchée relativement à la salubrité alimentaire.

Conformément à la *Loi sur les aliments et drogues* (1985), le gouvernement du Canada est responsable de la salubrité de tous les aliments au pays et importés mis en vente au Canada. Santé Canada est le ministère responsable d'établir des normes de salubrité et de qualité nutritionnelle pour tous les aliments vendus au Canada. Une fois que les produits alimentaires sont partis de la zone touchée, ou si les aliments sont importés d'une région touchée à l'étranger, l'Agence canadienne d'inspection des aliments est l'organisation responsable de faire exécuter les normes et recommandations de salubrité alimentaire établies par Santé Canada, qui pourraient comprendre la prise d'actions réglementaires comme les rappels de produits. Le gouvernement fédéral peut également offrir du soutien aux provinces, aux territoires et aux municipalités dans leurs interventions liées à la salubrité alimentaire.

La principale responsabilité pour assurer la salubrité de l'eau potable appartient aux provinces et territoires, tandis que les municipalités assurent habituellement le fonctionnement quotidien de centres de traitement et de systèmes de distribution. En outre, Santé Canada a travaillé avec les provinces et territoires pour élaborer les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada* (SC 2014b). Ces recommandations sont utilisées par chaque province et territoire, ainsi que par le gouvernement fédéral, en tant que référence pour établir leurs propres exigences en matière de qualité de l'eau potable. Elles comprennent l'élaboration et la mise en œuvre de règlements et la prise de décisions sur le traitement et la distribution d'eau potable. Santé Canada offre également des recommandations sur l'eau potable aux ministères fédéraux, provinciaux et territoriaux sur demande.

ANNEXE D : RECOMMANDATIONS D'AUTRES ORGANISATIONS

Depuis que le Canada a publié les *Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire* (2000) et les *Lignes directrices canadiennes sur les interventions en situation d'urgence nucléaire* (2003), il y a eu des mises à jour aux recommandations internationales et nationales pertinentes pour la radioprotection dans une urgence nucléaire.

Cette annexe compare les recommandations dans ce document aux recommandations actuelles de l'AIEA, ainsi qu'aux critères établis dans d'autres pays.

D1. Critères génériques en comparaison avec l'AIEA

TABLEAU 6. Critères génériques recommandés par Santé Canada en comparaison avec les recommandations de l'AIEA

ACTIONS PROTECTRICES	CRITÈRES GÉNÉRIQUES (SC 2017)	CRITÈRES GÉNÉRIQUES (AIEA 2015a)
Agent de blocage de la fonction thyroïdienne stable	50 mSv dans les sept premiers jours ($H_{thyroïde}$)	50 mSv au cours des 7 premiers jours ($H_{thyroïde}$)
Évacuation	100 mSv dans les sept premiers jours (E ou H_{foetus}))	100 mSv au cours des 7 premiers jours (E ou H_{foetus}))
Relogement temporaire (point de départ, voir le texte)	100 mSv au cours de la première année (E) ou 100 mSv pour la période entière de développement *in utero* (H_{foetus})	100 mSv au cours de la première année (E) ou 100 mSv pour la période entière de développement *in utero* (H_{foetus})
Mise à l'abri	10 mSv au cours des deux premiers jours (E)	—
Restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable[3], de lait et d'autres aliments potentiellement contaminés	3 mSv/a (E) (1 mSv/année pour chacune des catégories suivantes : eau potable, lait et autres aliments et boissons)	10 mSv/année (E)
Suivi médical	100 mSv en un mois (E) ou 100 mSv pour la période entière de développement *in utero* (H_{foetus})	100 mSv en un mois (E) ou 100 mSv pour la période entière de développement *in utero* (H_{foetus})
Restriction des activités pour les travailleurs d'urgence hors site	50 mSv pendant la durée de l'intervention, sauf dans des circonstances exceptionnelles (H_T(10) ou E)	100 mSv pendant la durée de l'intervention, sauf dans des circonstances exceptionnelles (H_T(10) ou E)

Dans la plupart des cas, Santé Canada a adopté les valeurs de l'AIEA. Les exceptions sont expliquées ci-dessous.

- Santé Canada a retenu un niveau de dose inférieur pour les contrôles de l'ingestion, car le seuil plus bas est considéré raisonnablement atteignable dans le contexte canadien, étant donné les sources d'aliments et d'eau de substitution facilement accessibles dans les régions les plus susceptibles d'être touchées par un rejet important de radioactivité.
- Santé Canada a retenu la pratique d'avoir des critères génériques distincts pour la mise à l'abri, principalement pour répondre aux besoins actuels de certaines organisations canadiennes. Elle correspond à deux jours au niveau d'intervention quotidienne recommandé dans la version précédente des Lignes directrices (SC 2003).

[3] Des sources d'eau qui pourraient comprendre l'eau de pluie contaminée ou l'eau de surface contaminée.

D2. NOI en comparaison avec l'AIEA

TABLEAU 7. NOI recommandés par Santé Canada en comparaison avec les recommandations de l'AIEA

NOI	MESURE DE PROTECTION	NOI (SC 2017)	NOI (AIEA 2015a)
Contrôle de l'exposition			
1_γ	Évacuation	1 000 µSv/h	1 000 µSv/h
2_γ	Relogement temporaire	100 µSv/h	100 µSv/h
		25 µSv/h	25 µSv/h
Contrôle de l'ingestion			
3_γ	Restriction de la distribution et de l'ingestion d'eau potable, de lait et d'autres aliments potentiellement contaminés	1 µSv/h	1 µSv/h
5_w		Voir le tableau 4	—
5_c		Voir le tableau 4	—
6		Voir le tableau 12	—
7		—	I-131 : 1 000 Bq/kg Cs-137 : 200 Bq/kg
Surveillance de la population et gestion médicale			
4_γ	Décontamination personnelle ou suivi médical	1 µSv/h	1 µSv/h Voir également le NOI8
8_γ		—	0.5 µSv/h au-delà des niveaux environnementaux

Dans la plupart des cas, Santé Canada a adopté les valeurs de l'AIEA. Les exceptions sont expliquées ci-dessous.

- Santé Canada n'a pas adopté le NOI7 de l'AIEA. Ce NOI est calculé de façon à ce que les aliments et l'eau puissent être analysés efficacement au moyen de mesures de radionucléides marqueurs (Cs-137 et I-131). Il repose sur les rapports estimatifs de radionucléides dans un rejet par suite d'un accident à une installation nucléaire. Santé Canada ne l'a pas inclus à ses recommandations, car il ne se prête pas à toutes les catégories d'urgence abordées dans le PFUN. Nous avons plutôt retenu et développé les concentrations d'activité propre à des radionucléides précis présentées dans les *Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire* (SC, 2000). Des données sur l'ingestion propres au Canada ont été utilisées pour les calculs du NOI (SC 1993; SC 2011; SBSC 1976).
- La surveillance de la thyroïde est une activité essentielle si une exposition à l'iode radioactif est soupçonnée. Cependant, Santé Canada n'a pas adopté le NOI8 de l'AIEA et recommande que la surveillance de la thyroïde et la dosimétrie soient effectuées, au besoin, par des spécialistes de l'évaluation interne.

D3. Autres pays

Le tableau 8 compare les recommandations dans ce document avec des critères génériques adoptés par d'autres pays. À noter que la liste n'est pas exhaustive; elle représente plutôt une sélection de pays où se trouvent des installations nucléaires qui ont mis à jour leurs lignes directrices depuis l'accident à Fukushima.

TABLEAU 8. Exemples de critères génériques adoptés à l'échelon international. Les crochets indiquent que les critères correspondent aux recommandations de Santé Canada.

MESURE DE PROTECTION	SANTÉ CANADA (2017)	AIEA (2015a)	EPA DES É.-U. (2016/2017)	SECRÉTARIAT GÉNÉRAL DE LA DÉFENSE ET DE LA SÉCURITÉ NATIONALE (FRANCE) (SGDSN 2014)	BUNDESAMT FÜR STRAHLENSHUTZ (BfS 2014)	LIGNES DIRECTRICES NORDIQUES[16] (2014)
BFT	50 mSv	✓	✓	✓	50 mSv pour les enfants <18 ans et les femmes enceintes, et 250 mSv pour les personnes de 18 à 45 ans	50 mGy (dose pour l'adulte) ou 10 mGy (dose pour l'enfant)
Évacuation	100 mSv/7 j	✓	10–50 mSv/4 j	✓	✓	20 mSv/7 j
Mise à l'abri	10 mSv/2 j	Considérée selon les critères d'évacuation	Considérée selon les critères d'évacuation	✓	10 mSv/7 j	✓
Restriction sur les aliments et l'eau potable	1 mSv/a pour chaque catégorie : aliments, lait, eau potable	10 mSv/a Toutes les catégories	5 mSv/a pour les aliments, 1 mSv/a pour l'eau potable	—	—	—
Relogement temporaire	100, qui chute à 20 mSv/a	✓	<20 mSv/a	—	—	—

D4. Résumé

Les critères génériques adoptés par le Canada correspondent généralement aux critères génériques internationaux et à ceux propres à d'autres nations ou organismes. Certaines différences pourraient se présenter en raison d'une définition différente des actions protectrices et de différentes méthodes de mise en œuvre, ainsi que des conditions propres à certains pays qui peuvent toucher le niveau de prudence qui est justifiable, optimal ou pratique.

[16] Les pays nordiques qui ont accepté les lignes directrices sont le Danemark, la Finlande, l'Islande, la Norvège et la Suède.

ANNEXE E : CALCULS DU NOI POUR LES MESURES ENVIRONNEMENTALES

Les valeurs par défaut pour les NOI_1 et 2_1 recommandées dans ce document reposent sur les valeurs par défaut du NOI pour la surveillance du sol établies par l'AIEA afin de protéger le public dans une urgence qui comporte un important rejet de matières radioactives d'un réacteur à eau ordinaire (REO) ou de son combustible usé (NOI de l'AIEA). Du travail est en cours à l'échelon international pour recalculer ces NOI expressément pour les réacteurs à eau lourde sous pression (RELP), également connus sous le nom de réacteurs CANDU; cependant, des évaluations préliminaires indiquent que ces valeurs ne changeront pas. Ainsi, les NOI par défaut pour les mesures environnementales présentées au tableau 3 sont considérés appropriés pour les importants rejets de matières radioactives de réacteurs nucléaires, dont la plupart des urgences, dans les catégories suivantes du PFUN :

- Catégorie A : Urgence au sein d'une centrale nucléaire au Canada (ou réacteur des Laboratoires Nucléaires Canadiens de Chalk River);
- Catégorie B : Urgence au sein d'une centrale nucléaire aux États-Unis ou au Mexique;
- Catégorie C : Urgence au sein d'un navire à propulsion nucléaire au Canada; et
- Catégorie E : Urgence nucléaire survenant à l'extérieur de l'Amérique du Nord (en cas d'urgence touchant un réacteur)[16].

Les NOI par défaut pour les mesures environnementales pourraient ne pas être appropriés pour les urgences qui touchent d'autres sources de radioactivité (principalement la catégorie D du PFUN et certaines situations dans la catégorie E). Dans ces cas, les NOI pourraient devoir être recalculés compte tenu des conditions ou postulats propres au contexte. En raison de la gamme variée de situations possibles pour une urgence sans lien avec un réacteur, ce document n'offrira pas d'approche détaillée de ces calculs, bien que certains facteurs soient abordés brièvement à la fin de cette annexe.

E1. Aperçu du calcul des NOI pour l'évacuation et le relogement temporaire

Tous les facteurs et postulats utilisés par l'AIEA pour obtenir des NOI par défaut pour l'évacuation et le relogement temporaire ont été adoptés par Santé Canada. Par conséquent, les valeurs par défaut de NOI sont les mêmes. Si la portée de ce document ne vise pas à décrire en détail les écarts par rapport à l'AIEA de façon exhaustive, un aperçu général est fourni. (Pour des détails sur tous les écarts, veuillez consulter [AIEA 2017].)

L'AIEA a effectué des calculs du NOI pour 19 mélanges de radionucléides. Ces mélanges représentent des rejets potentiels qui pourraient provenir d'un REO ou de son combustible usé pendant une importante urgence et comprendre des radionucléides qui contribuent considérablement à la dose reçue par les membres du public ou qui modifient la réponse des instruments. Pour chaque mélange, des NOI ont été calculés à partir de multiples moments dans le temps dans lesquels la dose a été estimée. Le NOI définitif a été choisi de façon à ce qu'il offre une protection pour tous les mélanges et tous les points pertinents dans le temps où les mesures devraient être prises. Ce calcul est affiché aux figures 1 et 2.

---

[16] Dans le cas d'événements à l'étranger, ce document sera examiné au moment d'offrir des recommandations aux Canadiens dans les régions touchées, à la lumière de actions protectrices prises par les autorités locales pertinentes et des recommandations de la communauté internationale.

FIGURE 1. Fonctions du $NOI1_t$ (mélange t,) (pour l'évacuation) et valeur par défaut du $NOI1_7$ (en rouge).

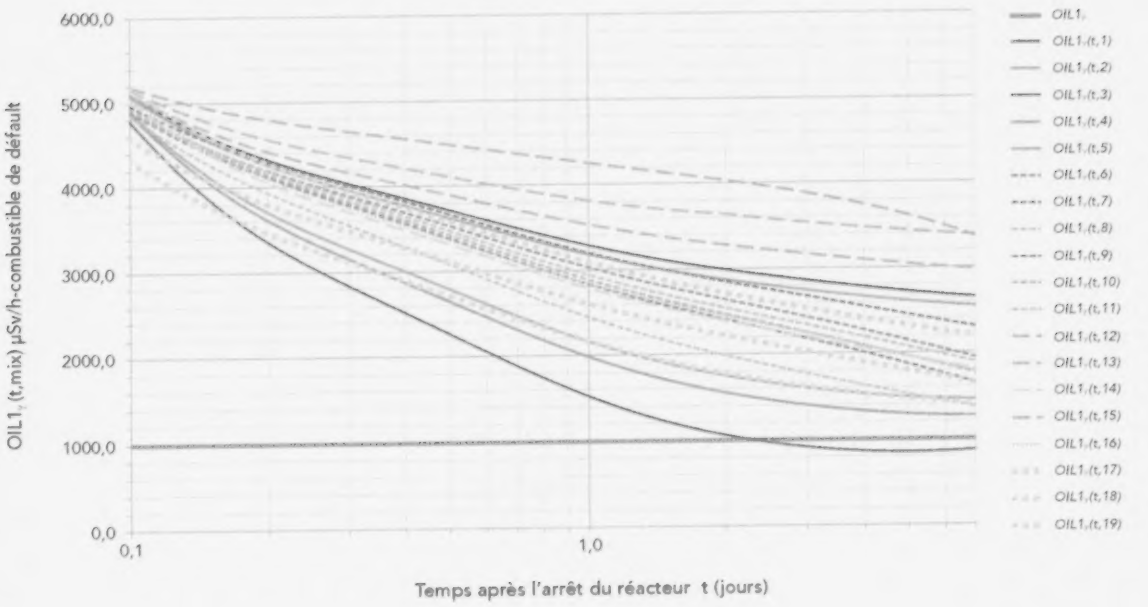
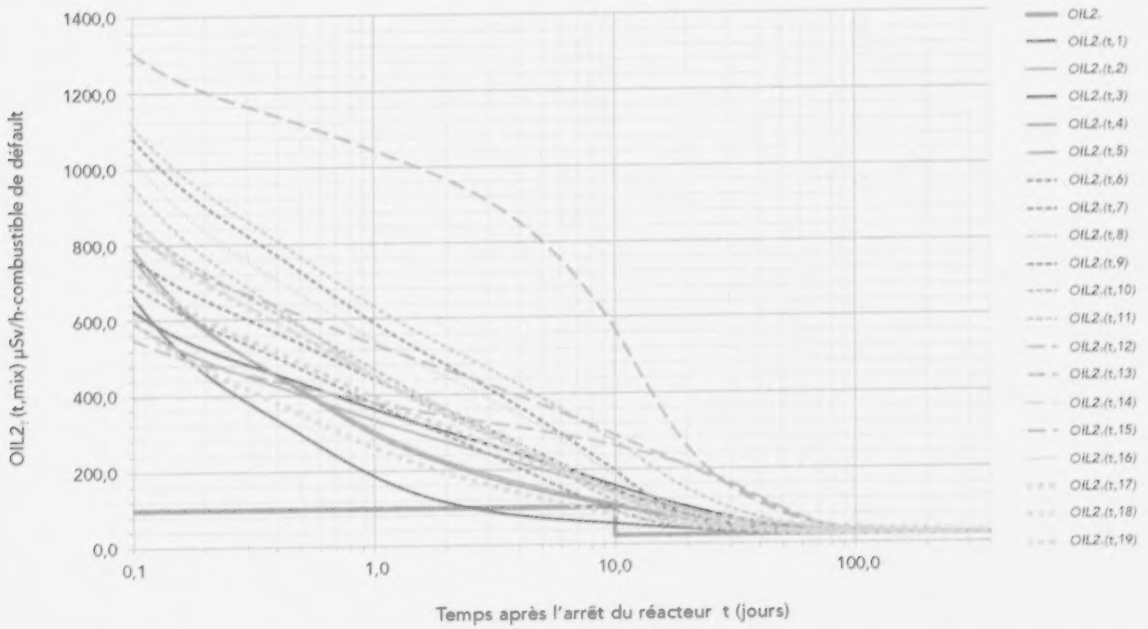


FIGURE 2. Fonctions du $NOI2_t$ (mélange t,) (pour le relogement temporaire) et valeur du $NOI2_7$ par défaut (en rouge).



Les composantes essentielles de l'approche de l'AIEA pour obtenir la valeur par défaut pour les NOI pour les mesures du sol sont résumées dans l'équation ci-dessous :

$$NOI(t,mix)\left(\frac{\mu Sv}{h}\right) = \left[\begin{array}{c}\text{Activité au sol calculée}^{*} \\ \left(\frac{Bq}{m^2}\right)\end{array}\right] \times \left[\begin{array}{c}\text{Équivalent de taux de dose ambiante par activité surfacique} \\ \left(\frac{\mu Sv}{h} \Big/ \frac{Bq}{m^2}\right)\end{array}\right] \times \left[\begin{array}{c}\text{Facteur de correction servant à éviter l'implémentation d'actions non justifiées)}\end{array}\right]$$

* Il s'agit d'une valeur calculée pour les dépôts dans le sol qui mèneront à une dose efficace égale au critère générique

Le calcul pour l'activité brute sur le sol a tenu compte de plusieurs facteurs, dont voici quelques principaux exemples :

- Populations les plus sensibles (jeunes enfants, fœtus)
- Décroissance et croissance de radionucléides/de la progéniture
- Dose du rayonnement causé par les dépôts au sol
- Dose aérienne en raison d'un dépôt au sol réacheminé en suspension dans l'air
- Dose inhalée ou en raison d'un dépôt au sol réacheminé en suspension dans l'air
- Dose par ingestion accidentelle
- Rugosité du sol
- Effets de la désagrégation
- Facteurs de blindage et d'occupation des résidences

La valeur pour l'équivalent de débit de dose ambiante par activité unitaire tient également compte de ce qui suit :

- Rugosité du sol
- Facteur de correction du débit de dose efficace à dose ambiante

Le facteur de pondération utilisé pour éviter la mise en œuvre de mesures d'intervention non justifiées est choisi afin de s'assurer que les ressources soient utilisées au mieux pour protéger les personnes qui courent le risque le plus élevé.

Par souci d'exhaustivité, l'équation sommaire est reproduite ci-dessous, pour qu'elle ressemble davantage au format adopté par l'AIEA (AIEA 2017):

$$OIL_{\gamma}(t,mix) = (\Sigma_i(RA_i(t,mix) \times H^{*}_{grd-sh,i})) \times WF_{OIL_{\gamma}} \times UC \times DA_{OIL}(t,mix)$$

où :

- t [s] est le temps après l'arrêt du réacteur (c.-à-d. après que le combustible a été irradié pour la dernière fois dans un réacteur).
- « mélange » désigne le mélange de radionucléides, ou la situation de rejet du cœur au confinement, pour un REO.
- RA_i(mélange t,) [sans unité] désigne l'activité relative du radionucléide i au temps t après arrêt du réacteur pour un mélange de radionucléides précis.
- $H^{*}_{grd-sh,i}$ [(Sv/s)/(Bq/m^2)] est l'équivalent de débit de dose ambiante à 1 m au-dessus du sol, par activité par unité de surface du sol du radionucléide i.
- $WF_{OIL\gamma}$ = [sans unité] est un facteur de pondération utilisé pour éviter la mise en place de mesures d'intervention non justifiées reposant sur la valeur par défaut du NOI_{γ}.

- UC = 3,6E+09 (μSv/h)/(Sv/s) est le facteur de conversion unitaire de Sv/s à μSv/h.
- DA_{sol}(mélange t) [Bq/m^2] est l'activité brute dérivée au sol après un temps t suivant l'arrêt du réacteur, qui, pour un scénario « au sol », donne tout critère générique précisé pour les NOI, qui est atteint, pour un mélange précis de radionucléides.

Pour plus de détails sur les dérivations des termes dans l'équation ci-dessus, en plus des valeurs des postulats, veuillez consulter (AIEA 2017).

E2. NOI pour autres urgences

Si les postulats décrits dans la section précédente ne sont pas confirmés pour une situation d'urgence précise, il se peut que les valeurs par défaut pour le $NOI1_\gamma$ et le $NOI2_\gamma$ recommandées dans ces lignes directrices ne soient pas un bon fondement pour la prise d'actions protectrices. Ce fait peut devenir préoccupant dans des situations qui s'inscrivent dans la catégorie D du PFUN ou d'autres événements radionucléaires. Les critères génériques et les stratégies de protection resteraient les mêmes; cependant, les valeurs mesurées pourraient surestimer ou sous-estimer la dose prévisible, surtout si le mélange et le comportement des radionucléides diffèrent de ceux envisagés dans les mises en situation de l'AIEA sur les REO. La question est brièvement abordée ci-dessous.

Comme l'indiquent les équations E.1 et E.2, calculer les NOI à partir de mesures du sol requiert l'information sur la dose prévisible en intégrant la concentration de l'activité brute au sol pendant la période précisée pour chaque critère générique. Les $NOI1_\gamma$ et 2_γ supposent que cette activité brute diminue considérablement pendant les premiers jours de l'événement, principalement en raison de la décroissance de radionucléides de courte durée, après quoi la contamination résiduelle persiste pendant une période prolongée (dont une certaine réduction en raison de la décroissance et des processus de retrait naturel). Les changements prévus à l'activité brute au fil du temps sont représentés dans les courbes affichées aux figures 1 et 2. Dans des situations d'urgence où les activités brutes ne devraient pas changer de la même façon, comme un événement avec un dispositif de dispersion radiologique (DDR), l'activité intégrée (et donc, l'exposition intégrée) pendant la même période sera différente. Le coefficient de dose pour chaque radionucléide préoccupant est un facteur important également, car les coefficients de dose peuvent varier de plusieurs ordres de grandeur, selon le radionucléide, la voie d'exposition et la **personne représentative**. Des coefficients de dose plus élevés se soldent par le calcul ou le choix de NOI moins élevés.

Cela dit, Santé Canada estime le $NOI1_\gamma$ en tant que valeur de protection par défaut à utiliser dans la phase urgente de la plupart des situations d'urgences qui comportent des radionucléides émettant des rayons gamma[19]. Ceci parce que le $NOI1_\gamma$ est censé déclencher des actions qui maintiennent les temps d'exposition bien en deçà des sept jours précisés dans les critères génériques de l'évacuation et de la mise à l'abri pour des mélanges de radionucléides choisis de façon conservatrice. Ainsi, tant que les mesures sont recueillies et que des décisions sont prises rapidement, il devrait être possible de garder les doses pour les membres du public sous les critères génériques en utilisant la valeur par défaut du $NOI1_\gamma$ (1 000 μSv/h) pour la plupart des situations d'urgence.

Les valeurs par défaut présentées dans ce document pour les $NOI2_\gamma$ peuvent cependant être moins indiquées lors de la présence de différents mélanges de radionucléides. Puisque la décision de relogement repose sur la dose annuelle prévue, des connaissances précises sur la façon dont la source radioactive va changer au cours de l'année (décroissance, désagrégation) et les coefficients de dose pour les radionucléides composant la relâche devraient entrer en ligne de compte au moment d'établir les NOI pour la relogement temporaire. Pour cette raison, les travailleurs d'urgence qui se préparent pour des menaces de catégorie D selon le PFUN devraient songer à calculer les valeurs initiales par défaut du $NOI2_\gamma$ pour des scénarios préoccupants précis, de sorte que la dose annuelle prévue ne dépasse pas les critères génériques pour la relogement temporaire à la phase précoce de l'événement (100 mSv la première année).

---

[19] Ou des mélanges, ou des quantités relatives d'émetteurs alpha et bêta peuvent être dérivées de mesures gamma.

Si la valeur du $NOI2_7$ peut changer pour différentes situations, son but demeure le même : il permet d'établir les priorités et l'affectation des ressources définies selon le risque pour les populations, établi en mesurant les débits de dose ambiante. À mesure que les populations dans des zones de priorité élevée sont relocalisées, les critères génériques de relogement temporaire (et le NOI connexe) devraient être réduits avec le temps, jusqu'à ce que la dose prévisible annuelle pour les personnes qui reste dans la zone ne dépasse pas 20 mSv/a (CIPR 2007).

Enfin, il convient de noter que les NOI de mesure au sol reposent sur des mesures gamma seulement. La contribution d'autres types de rayonnement à la dose efficace a été considérée pour les mélanges de radionucléides utilisés pour calculer les valeurs par défaut du NOI; cependant, pour d'autres conditions où des radionucléides émettant du rayonnement alpha ou bêta peuvent contribuer considérablement à la dose efficace totale, ces NOI ne devraient pas constituer le fondement de la prise de décisions.

ANNEXE F : CALCULS DU NOI POUR LES MESURES EN LABORATOIRE

Les valeurs du NOI6 sont calculées en partant des postulats conservateurs suivants :

- Toute l'eau potable, tout le lait et les autres aliments et boissons touchés sont immédiatement contaminés et consommés pendant une année entière;
- Des radionucléides de courte durée (avec une demi-vie de moins de 13 ans) sont uniquement contaminés et consommés pendant une période de deux mois;
- Les facteurs les plus restrictifs de conversion de dose(CIPR 2012b) et de taux d'ingestion(SC 1993; SC 2011; SBSC 1976) selon l'âge sont utilisés; et
- On supposait que 100 % de l'eau potable et du lait et 20 % de tous les autres aliments et boissons viennent de sources contaminées.

Les valeurs du NOI6 sont calculées avec l'équation suivante :

$$OIL_{i,j,k} = \frac{GC_{IC}}{M_{j,k} \times DC_{i,k} \times f_j} \times 1000$$

Où :

$OIL_{i,j,k}$ est le NOI propre au radionucléide *i* dans le groupe alimentaire *j* et le groupe d'âge *k* (Bq/kg ou Bq/L);

GC_{IC} est le critère générique du contrôle de l'ingestion : 1 mSv (0,001 Sv) par année par groupe alimentaire pour l'eau potable, le lait et les autres aliments et boissons.

$M_{j,k}$ est la masse du groupe alimentaire *j* consommée par groupe d'âge *k* pendant la période de l'évaluation (kg ou L par année).

$DC_{i,k}$ est le coefficient de dose ingérée pour le radionucléide *i* et le groupe d'âge *k* (Sv/Bq).

f_j est le facteur de contamination, équivalent à la fraction de l'apport alimentaire d'une personne du groupe alimentaire *j* que l'on suppose uniformément contaminé à la pleine valeur du NOI.

À la fois la masse de l'aliment consommé et les coefficients de dose d'ingestion du radionucléide sont propres à l'âge et leurs valeurs représentent la classification de la population dans un ensemble limité de groupes d'âge représentatifs. Pour les besoins de ce document, les six groupes d'âge recommandés par la CIPR (CIPR 2012b) ont été utilisés. Ils se trouvent dans le tableau 9.

TABLEAU 9. Groupes d'âge de la CIPR (CIPR 2012a)

GROUPE D'ÂGE DE LA CIPR	PLAGE
3 mois	De 0 à 1 an
1 an	De 1 an à 2 ans
5 ans	De plus de 2 ans à 7 ans
10 ans	De plus de 7 ans à 12 ans
15 ans	De plus de 12 ans à 17 ans
Adulte	Plus de 17 ans

Les apports alimentaires annuels propres à l'âge affichés dans le tableau 10 reposent sur les valeurs de référence canadiennes recommandées tirées d'une enquête pancanadienne menée entre 1970 et 1972 sur la consommation des aliments et un rapport de Santé Canada sur les taux de consommation de l'eau potable (SC 1993; SC 2011; SBSC 1976). Pour calculer les NOI des radionucléides de courte durée (ceux dont la demi-vie est de moins de 13 ans), ces valeurs sont mises sur une échelle de deux mois. Les taux de consommation pour les jeunes enfants de trois mois reposent sur des personnes qui consomment des formules lactées préparées avec de l'eau du robinet au taux de 400 mL/jour (SC 1993).

TABLEAU 10. Catégorie d'aliments et taux de consommation moyens pour les populations canadiennes

CATÉGORIE D'ALIMENTS	TAUX DE CONSOMMATION PAR GROUPE D'ÂGE					
	3 mois	**1 an**	**5 ans**	**10 ans**	**15 ans**	**Adulte**
Lait frais (kg/a)	145	185	215	205	190	85
Autres aliments et boissons (kg/a)	155	215	380	450	520	500
Eau potable (L/a)[21]	150	275	275	425	425	730

Les coefficients de dose efficace engagés sont des estimations de la dose intégrée qui serait vraisemblablement intégrée par l'organisme d'une personne de référence pendant une période définie à la suite d'un apport unique par ingestion de 1 Bq d'activité d'un radionucléide précis. Les coefficients de dose efficace tiennent compte de tous les organes et tissus touchés, compte tenu de leurs susceptibilités individuelles, aux dommages induits par le rayonnement. Les coefficients de dose efficace engagés jusqu'à 70 ans[22] pour les six groupes d'âge de la CIPR ont été prélevés de la Publication 119 de la CIPR (CIPR 2012b) et représentent les dernières recommandations internationales au moment de cette publication.

Les facteurs de contamination fournis au tableau 11 décrivent la fraction moyenne de l'apport d'un groupe alimentaire que l'on suppose uniformément contaminé à la valeur entière du NOI pendant la durée de la période d'évaluation. Pour l'ingestion du lait, on suppose que l'apport entier par tous les groupes d'âge est contaminé pendant la durée de la période d'évaluation. Les approvisionnements de lait frais du commerce proviennent généralement de sources locales et régionales, et donc, l'apport d'une personne pourrait être entièrement composé de sources qui ont été directement touchées par l'urgence. Un facteur de contamination de 1 est également supposé pour l'eau potable tirée de sources publiques, puisqu'il est habituel pour la plupart des gens d'obtenir leur eau d'une seule source. Pour les autres aliments et boissons, un facteur de contamination de 20% est supposé en partant de l'attente que normalement, 10 % de l'apport alimentaire annuel de la plupart des membres du public consiste en aliments locaux touchés directement par l'urgence. Un facteur de 2 a été appliqué à la valeur attendue de 10 % pour tenir compte de sous-groupes qui pourraient dépendre davantage d'aliments locaux.

---

[21] Litres par année (L/a). Les *Valeurs de référence pour les populations canadiennes* (SC 1993) recommandent un taux chez les adultes de 1,5 litre par jour (L/j) (550 L/a) pour la consommation de l'eau potable. Une valeur de 2 L/j (730 L/a) est utilisée ici par souci d'harmonisation avec les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – paramètres radiologiques* (SC 2009).

[22] Les coefficients de dose efficace engagée sont intégrés sur plus de 50 ans pour les adultes et plus de 70 ans pour les enfants (CIPR 2012b).

TABLEAU 11. Facteurs de contamination des groupes alimentaires

GROUPE ALIMENTAIRE	FACTEUR DE CONTAMINATION
Eau potable	1
Lait	1
Autres aliments et boissons	0,2

Pour obtenir les NOI propres aux radionucléides présentés au tableau 12, des valeurs individuelles ont été calculées pour chaque radionucléide, pour chaque groupe alimentaire et pour chacune des six catégories d'âge de la CIPR. La plus restrictive parmi les six valeurs calculées a été choisie pour le NOI. Pour tenir compte de l'incertitude dans les valeurs calculées et pour simplifier la mise en œuvre en réduisant le nombre de valeurs uniques, les NOI calculés ont été arrondis à une valeur de 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1 000, 3 000, 10 000, 30 000, 100 000, 300 000, ou 1 000 000 Bq/kg.

Le tableau 12 contient une liste exhaustive de NOI propres à des radionucléides. Les radionucléides dans cette liste devraient être choisis selon le type d'urgence et les capacités du laboratoire.[222]

TABLEAU 12. NOI propres aux radionucléides pour les mesures de laboratoire de l'eau potable, du lait et des autres aliments et boissons

NOI6				
		CONCENTRATION D'ACTIVITÉ PROPRE AUX RADIONUCLÉIDES		
RADIONUCLÉIDE	SYMBOLE	EAU POTABLE (Bq/L)	LAIT (Bq/kg)	AUTRES ALIMENTS ET BOISSONS (Bq/kg)
Tritium[23]	^{3}H	100 000	30 000	100 000
Carbone-14	^{14}C	3 000	3 000	10 000
Soufre-35[24]	^{35}S	3 000	3 000	30 000
Chrome-51	^{51}Cr	10 000	30 000	100 000
Fer-55	^{55}Fe	1 000	3 000	10 000
Fer-59	^{59}Fe	100	100	1 000
Cobalt-58	^{58}Co	1 000	1 000	3 000
Cobalt-60	^{60}Co	100	100	1 000
Zinc-65	^{65}Zn	100	100	1 000
Rubidium-86	^{86}Rb	100	300	1 000
Strontium-89	^{89}Sr	300	300	1 000
Strontium-90	^{90}Sr	30	30	100
Strontium-91	^{91}Sr	10 000	10 000	30 000
Strontium-92	^{92}Sr	10 000	10 000	30 000
Yttrium-90	^{90}Y	3 000	1 000	10 000
Yttrium-91	^{91}Y	300	300	1 000
Yttrium-92	^{92}Y	10 000	10 000	30 000
Yttrium-93	^{93}Y	3 000	3 000	10 000
Niobium-95	^{95}Nb	1 000	1 000	3 000

[23] On suppose que le tritium est du tritium organiquement lié dans le cas du lait et des autres aliments et boissons et sous forme d'eau tritiée dans le cas de l'eau potable.

[24] Soufre inorganique

NOI6

RADIONUCLÉIDE	SYMBOLE	CONCENTRATION D'ACTIVITÉ PROPRE AUX RADIONUCLÉIDES		
		EAU POTABLE (Bq/L)	LAIT (Bq/kg)	AUTRES ALIMENTS ET BOISSONS (Bq/kg)
Zirconium-95	^{95}Zr	1 000	1 000	3 000
Zirconium-97	^{97}Zr	1 000	1 000	3 000
Molybdène-99	^{99}Mo	3 000	10 000	30 000
Technetium-99	^{99}Tc	100	100	300
Technetium-99m[25]	^{99m}Tc	1 000	100 000	300 000
Ruthénium-103	^{103}Ru	1 000	1 000	3 000
Ruthénium-105	^{105}Ru	1 000	10 000	100 000
Ruthénium-106	^{106}Ru	100	100	300
Rhodium-105	^{105}Rh	3 000	3 000	30 000
Argent-110m	^{110m}Ag	300	300	1 000
Antimoine-127	^{127}Sb	300	300	3 000
Antimoine-129	^{129}Sb	1 000	10 000	30 000
Tellure-127	^{127}Te	3 000	30 000	100 000
Tellure-127m	^{127m}Te	1 000	1 000	10 000
Tellure-129	^{129}Te	10 000	100 000	30 0000
Tellure-129m	^{129m}Te	100	100	1 000
Tellure-131m	^{131m}Te	1 000	3 000	10 000
Tellure-132	^{132}Te	1 000	1 000	3 000
Iode-129	^{129}I	10	30	30
Iode-131	^{131}I	100	100	300
Iode-132	^{132}I	3 000	10 000	30 000
Iode-133	^{133}I	1 000	1 000	3 000
Iode-134	^{134}I	300	30 000	100 000
Iode-135	^{135}I	1 000	1 000	3 000
Césium-134	^{134}Cs	100	300	1 000
Césium-136	^{136}Cs	300	300	3 000
Césium-137	^{137}Cs	100	300	1 000
Barium-139	^{139}Ba	10 000	30 000	100 000
Barium-140	^{140}Ba	300	300	3 000
Lanthanum-140	^{140}La	300	300	3 000
Lanthanum-141	^{141}La	1 000	10 000	30 000
Lanthanum-142	^{142}La	1 000	30 000	100 000
Cérium-141	^{141}Ce	1 000	1 000	3 000
Cérium-143	^{143}Ce	100	3 000	10 000
Cérium-144	^{144}Ce	100	100	300

[25] m = métastable

NOI6				
		CONCENTRATION D'ACTIVITÉ PROPRE AUX RADIONUCLÉIDES		
RADIONUCLÉIDE	SYMBOLE	EAU POTABLE (Bq/L)	LAIT (Bq/kg)	AUTRES ALIMENTS ET BOISSONS (Bq/kg)
Praséodyme-143	^{143}Pr	300	300	3 000
Néodyme-147	^{147}Nd	300	300	3 000
Iridium-192	^{192}Ir	300	300	3 000
Uranium-235	^{235}U	30	30	100
Neptunium-237	^{237}Np	3	3	10
Neptunium-239	^{239}Np	3 000	3 000	30 000
Plutonium-238	^{238}Pu	1	1	3
Plutonium-239	^{239}Pu	1	1	3
Plutonium-240	^{240}Pu	1	1	3
Plutonium-241	^{241}Pu	100	100	300
Plutonium-242	^{242}Pu	1	1	3
Plutonium-244	^{244}Pu	1	1	3
Américium-241	^{241}Am	1	1	10
Curium-242	^{242}Cm	30	30	100
Curium-244	^{244}Cm	1	1	10

Pour les échantillons où de multiples radionucléides sont présents, le NOI6 est dépassé si la condition suivante est satisfaite :

$$\sum_i \left(\frac{C_i}{OIL6_i}\right) \geq 1$$

Où :

C_i est la concentration du radionucléide *i* dans l'eau potable, le lait ou autres aliments ou boissons (Bq/kg ou Bq/L).

$OIL6_i$ est la valeur propre au radionucléide du NOI pour le radionucléide *i* dans l'eau potable, le lait ou autres aliments ou boissons (Bq/kg ou Bq/L).

ANNEXE G : RÉFÉRENCES

Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). 2007. *Glossaire de sûreté de l'AIEA : Terminologie employée en sûreté nucléaire et en radioprotection.* s. Consulté le 29 octobre 2017.

AIEA. 2011. *Critères à utiliser pour la préparation et la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique,* N° GSG-2. Vienne.

AIEA. 2013. *Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor.* Actions protectrices du public EPR-NPP, Vienne. (Anglais seulement)

AIEA. 2014. *Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales de sûreté.* N° GSR Part 3. Vienne.

AIEA. 2015a. *Préparation et conduite des interventions en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique,* N° GSR Part 7

AIEA. 2015b. *Stratégie de protection dans une situation d'urgence nucléaire ou radiologique.* Nestoroska Madjunarova, S. Présenté à la Conférence internationale de l'AIEA sur la préparation et l'intervention en cas d'urgence, Vienne, Autriche.

AIEA. 2017. *Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies and Methodology for Their Derivation.* EPR-NPP-NOI. Vienne, Autriche. (Anglais seulement)

Association canadienne de normalisation (CSA). 2014a. *Guide de calcul des limites opérationnelles dérivées de matières radioactives dans les effluents gazeux et liquides durant l'exploitation normale des installations nucléaires.* N288.1.

Autorité danoise de gestion des urgences, Autorité de santé danoise, Autorité de radioprotection d'Islande, STUK (Autorité de radioprotection et de sûreté nucléaire finnoise), Autorité de radioprotection norvégienne et Autorité de radioprotection suédoise (pays nordiques). 2914. *The Protective Measures in Early and Intermediate Phases of a Nuclear or Radiological Emergency: Nordic Guidelines and Recommendations.* www.nrpa.no/dav/56bc06c397.pdf. Consulté le 29 octobre 2017. (Lignes directrices nordiques, 2014)

Bundesamt für Strahlenshutz (BfS). 2014. *Accident management: Consequences for Germany.* www.bfs.de/EN/topics/ion/accident-management/accidents/chernobyl/accident-management.html. Consulté le 29 octobre 2017.

CIPR. 2007. *Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique.* Publication 103 de la CIPR, Ann. CIPR 37 (2–4).

CIPR. 2009. *Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations.* Publication 109 de la CIPR, Ann. CIPR 39 (1). (Anglais seulement)

CIPR. 2012a. *CIPR Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiological protection Context.* Publication 118 de la CIPR. (Anglais seulement)

CIPR. 2012b. *Compendium of Dose Coefficients based on CIPR Publication 60.* Publication 119 de la CIPR. (Anglais seulement)

Codex Alimentarius Commission (Codex). 2010. *Norme générale pour les contaminants et les toxines présents dans les produits de consommation humaine et animale, Annexe 1 – Radionucléides.*

Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). 2016. *Gestion des urgences et protection-incendie Préparation et intervention relatives aux urgences nucléaires.* REGDOC 2.10.1. Ottawa.

Commission internationale des unités et des mesures de radiation (ICRU) 1988. *Determination of Dose Equivalents from External Radiation Sources – Part 2.* Vienne, Autriche. (Anglais seulement)

CSA. 2014b. *Lignes directrices pour le calcul des conséquences radiologiques pour le public d'un rejet de matières radioactives dans l'air dans le cas des accidents de réacteurs nucléaires.* N288.2

CSA. 2016. *Exigences générales relatives aux programmes de gestion des urgences nucléaires.* N1600-16.

Gestion des situations d'urgence Ontario (GMUO). 2010. *Cadre stratégique de gestion des situations d'urgence pour l'Ontario.*

Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires. SC 1997. 1997 (www.laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/N-28.3)

Ministère de la Défense nationale (MDN). 2000. *Directive et ordonnance administrative de la défense 4002-0 Réglementation et contrôle de la technologie nucléaire*.

National Academies Press (NAP). 2004. *Distribution and Administration of Potassium Iodide in the Event of a Nuclear Incident*. National Research Council. The National Academies. Washington, D.C. 2004. (Anglais seulement)

Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE 2010). Agence pour l'énergie nucléaire. *Strategic Aspects of Nuclear and Radiological Emergency Management*. France. 2010 (Anglais seulement).

Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE 2015). Agence pour l'énergie nucléaire. *Occupational Radiological protection in Severe Accident Management*. France. 2015. (Anglais seulement)

Organisation mondiale de la Santé (OMS). 1999. *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents*. (Anglais seulement)

Santé et Bien-être social Canada (SBSC). 1976. *Rapport sur les habitudes alimentaires*. Ottawa.

Santé Canada (SC). 1993. *Les valeurs de référence pour les populations canadiennes*. Ottawa.

SC. 2000. *Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire*. Ottawa.

SC. 2003. *Lignes directrices canadiennes sur les interventions en situation d'urgence nucléaire*. Ottawa.

SC. 2009. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – paramètres radiologiques*. Ottawa.

SC. 2011. *Drinking Water Consumption and Body Weight Estimates for Developing the Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Ottawa. (Anglais seulement)

SC. 2014a. *Plan fédéral en cas d'urgence nucléaire* (5e édition). Ottawa.

SC. 2014b. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Tableau sommaire*. Ottawa.

SC. 2015. *Guide canadien sur la gestion médicale des urgences radiologiques*. Ottawa.

Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN). 2014. *Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur*. N° 200/SGDSN/PSE/PSN. www.gouvernement.fr/sites/default/files/risques/pdf/national_plan_nuclear_radiological_accidents.pdf. Consulté le 29 octobre 2017. Autorité de sûreté nucléaire (2009) Décision n° 2009-DC-0153 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 août 2009 relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique.

Sécurité publique Canada (SP). 2011b. *Plan fédéral d'intervention d'urgence*.

SHAMISEN Consortium (SHAMISEN). 2017. *Recommendations and procedures for preparedness and health surveillance of populations affected by a radiation accident*. www.isglobal.org/en/-/recommendations-and-procedures-for-preparedness-and-health-surveillance-of-populations-affected-by-a-radiation-accident. Consulté le 29 octobre 2017. (Anglais seulement)

SP. 2014. *Système national d'alertes au public*. (www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/mrgnc-prprdnss/ntnl-pblc-lrtng-sstm-fr.aspx). Consulté le 7 avril 2015.

SP. 20171a. *Un cadre de sécurité* civile pour le Canada : *Troisième* édition. (www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrcs/pblctns/2017-mrgnc-mngmnt-frmwrk/index-fr.aspx). Consulté le 29 octobre 2017.

United States Environmental Protection Agency (EPA des États-Unis). 2017. *PAG Manual: Protective Action Guides and Planning Guidance for Radiological Incidents* (EPA des États-Unis, 2017). (Anglais seulement)